

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2007

DENISA KLINGEROVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní
Katedra textilních materiálů
Textilní materiálové inženýrství
KTM - 495

DVOJMO SKANÉ VYSOCE KROUCENÉ PŘÍZE V OBVAZU
TWO-FOLDED HIGH-TWISTED YARNS IN THE BANDAGE

Vedoucí práce: Ing. Monika Vyšanská, Ph. D.
Konzultant: RNDr. Zdeněk Kalousek, CSc.

Počet stran textu: 64
Počet obrázků: 26
Počet tabulek: 15
Počet příloh: 4

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená *diplomová* práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 10. dubna 2007

.....

Podpis

Poděkování

Touto cestou děkuji především vedoucí diplomové práce Ing. Monice Vyšanské, Ph.D. za zodpovědné vedení, ochotu a podnětné rady, které napomohly k dokončení práce.

Současně děkuji společnosti Lohmann & Rauscher, zejména pak Ing. Zdenku Mizerovi za umožnění vypracování diplomové práce a vstřícný přístup při realizaci experimentu.

Anotace

Tato práce se zaměřuje na problematiku dvojmo skaných přízí, které se používají pro výrobu obvazů.

Jedná se o obvazy s označením Idealbinden, které vyrábí společnost Lohmann & Rauscher.

Cílem práce je nalézt vlastnosti přízí, které ovlivňují jednotlivé parametry obvazů.

Součástí práce je grafické zpracování jednotlivých závislostí.

Závěrečná část se zaměřuje na nalezení regresního modelu, který bude vhodný pro praktické použití.

Annotation

This work is concentrated on a issue of two-folded yarns, which are used for a bandage production.

These bandages with an Idealbinden labelling are made by a Austrian company called Lohmann & Rauscher.

The main aim of this writing is to find some specific yarns properties that are influential in particular bandage parameters.

An integral part of this document is also a graphic presentation of some important relations between yarns properties and bandage parameters.

The final part of this work describes a finding of a regression model, which will be suitable for a practical use.

Klíčová slova

skaná příze, elastický obvaz, zákrut, smyčkovitost, torzní síla

Key words

twisted yarn, flexible bandage, twist, snarling, torque

OBSAH

ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 DĚLKOVÉ TEXTILIE - PŘÍZE.....	11
1.1 JEMNOST.....	11
1.1.1 Jemnost skané příže	11
1.1.2 Stanovení jemnosti příží.....	12
1.2 ZÁKRUT	12
1.3 MECHANICKÉ VLASTNOSTI	14
1.3.1 Pevnost v tahu a tažnost.....	15
1.3.2 Elastická deformace.....	16
1.4 TORZNÍ ENERGIE A TORZNÍ MODUL.....	17
1.4.1 Stanovení modulu torze statickou metodou.....	19
1.4.2 Stanovení modulu torze dynamickou metodou.....	19
1.4.2.1 Moment setrvačnosti	19
1.4.3 Přímé objektivní měření torze v příži.....	22
1.5 SMYČKOVITOST	23
2 PLOŠNÉ TEXTILIE	24
2.1 KONSTRUKČNÍ VLASTNOSTI.....	24
2.1.1 Plošná hmotnost.....	24
2.2 MECHANICKÉ VLASTNOSTI	25
3 ZPRACOVÁNÍ DAT	26
3.1 PRŮZKUMOVÁ ANALÝZA JEDNOROZMĚRNÝCH DAT	26
3.2 PÁROVÉ POROVNÁVÁNÍ	26
3.3 LINEÁRNÍ REGRESNÍ MODELY	26
3.3.1 Metoda Stepwise All.....	26
3.3.2 Metoda nejmenších čtverců.....	27
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	28
4 VÝROBA PŘÍŽÍ A OBINADEL	28
5 MĚŘENÍ POMĚRNÉHO PRODLOUŽENÍ A ELASTICKÉ DEFORMACE U OBINADEL 32	
5.1 SLEDOVÁNÍ STRUKTURY OBVAZŮ.....	37
5.2 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ	40
6 MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ PŘÍŽÍ	41
6.1 ZJIŠŤOVÁNÍ POČTU ZÁKRUTŮ	41
6.2 ZJIŠŤOVÁNÍ SMYČKOVITOSTI.....	43
6.3 ZJIŠŤOVÁNÍ SKUTEČNÉ JEMNOSTI	45
6.4 ZJIŠŤOVÁNÍ PARAMETRU TORZE U PŘÍŽÍ	46
6.4.1 Postup pokusu se špejlí a svorkou.....	48
6.4.2 Výpočet direkčního momentu příží.....	51
6.4.3 Závislost direkčního momentu na počtu zákrutů.....	51
6.4.4 Závislost smyčkovitosti na direkčním momentu	52
6.5 PÁROVÉ POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ PŘÍŽÍ SE ZÁKRUTY ZZ/S A SS/Z.....	53

7	SLEDOVÁNÍ ZÁVISLOSTÍ PARAMETRŮ BAVLNĚNÝCH OBVAZŮ NA NAVRŽENÝCH VLASTNOSTECH DVOJMO SKANÝCH PŘÍZÍ	55
7.1	ZÁVISLOST POMĚRNÉHO PRODLOUŽENÍ NA POČTU SKACÍCH ZÁKRUTŮ	55
7.2	ZÁVISLOST POMĚRNÉHO PRODLOUŽENÍ NA DIREKČNÍM MOMENTU - TORZNÍ KONSTANTĚ	56
7.3	ZÁVISLOST POMĚRNÉHO PRODLOUŽENÍ OBVAZŮ NA SMYČKOVITOSTI	57
7.4	ZÁVISLOST ELASTICKÉ DEFORMACE NA JEDNOTLIVÝCH VLASTNOSTECH	57
8	SESTROJENÍ VHODNÉHO TYPU REGRESNÍCH MODELŮ.....	60
9	ZÁVĚR	63
10	POUŽITÁ LITERATURA.....	65
11	PŘÍLOHY	

Seznam použitých symbolů a zkratek

T [tex]	.....jemnost (détková hmotnost)
T_D [tex]	.....jemnost drúžené příze
K [m ² .kg.s ⁻²]	.....torzní tuhost – dírekční moment
G [Pa]	.....modul torze
F [N]	.....síla
S zákrut	.....levý zákrut příze
Z zákrut	.....pravý zákrut příze
δ [%]	.....seskání
σ [Pa]	.....napětí
l [m]	.....délka
m [kg]	.....hmotnost
t [s]	.....čas
d [m]	.....průměr
ρ_s [kg.m ⁻²]	.....plošná hmotnost
l_0 [m]	.....původní délka vzorku = upínací délka
l_1 [m]	.....konečná délka po natažení
l_2 [m]	.....konečná délka vzorku po relaxaci
R^2	.....koeficient determinace
kg	.....kilogram
g	.....gram
m	.....metr
cm	.....centimetr
mm	.....milimetr
IB	.....označení obinadel Idealbinden
$\check{S}SN$	.....označení českých technických norem
DIN	.....Deutsche Industrie Normen, německé průmyslové normy
F -test	.....Fisher-Snedecorův test

Úvod

Diplomová práce se zaměřuje na problematiku vysoce kroucených dvojmo skaných přízí v obvazech. Jedná se o elastické obvazy, vyráběné rakouskou společností Lohmann & Rauscher, která má pobočky v celé Evropě. Lohmann & Rauscher je výrobcem a distributorem obvazového a dalšího medicínského materiálu včetně hygienických výrobků. V České republice má sídlo dceřinná společnost ve Slavkově u Brna, kde jsou sklady a část výroby. Pobočný závod je v Nové Pace, kde je výroba obvazového materiálu.

Právě pro závod v Nové Pace je prováděn výzkum ohledně sledování závislosti mezi vlastnostmi dvojmo skaných přízí a výsledných obvazů. Cílem této práce je zjistit, které vlastnosti přízí ovlivňují dva výsledné parametry obvazů - poměrné prodloužení a elastickou deformaci a zároveň sestavit vhodný typ regresního modelu závislosti, který by byl pro společnost Lohmann & Rauscher použitelný z hlediska praktického.

Sledována budou elastická obinadla utkaná v plátnové vazbě, mající označení *Idealbinden*. Je to klasický obvaz pro mnohostranné využití: k silné kompresi končetin, k profylaxi trombózy před, během i po operaci. K léčbě zánětů šlach a k fixaci dlah. Obinadlo *Idealbinde* je prodyšné a nedráždí pokožku. Díky hrubší struktuře materiálu obvaz dobře drží. Charakteristická struktura je dosažena ve směru osnovy pravidelným střídáním dvojmo skaných přízí o jmenovité hodnotě zákrutů 2220 1/m s odlišnými směry zakroucení – tedy zz/S a ss/Z. Ve směru útku jsou použity jednoduché příze. Všechny příze jsou bavlněné a mají jemnost 2 x 20 tex.

Na počátku je nutné určit, které vlastnosti přízí je vhodné sledovat pro další měření. Po prvním zhodnocení elastických obinadel, kdy byla využita i obrazová analýza, bylo zjištěno, že významným ukazatelem ovlivňujícím danou strukturu jsou vysoké počty zákrutů. Rovněž bylo pomocí obrazové analýzy zjištěno, že sklon provázání osnovních nití je u elastických obinadel velmi nízký, úhel činil přibližně 50°, zatímco u běžných tkanin je tento úhel kolem 90°. Z tohoto důvodu bylo také přistoupeno k tomu, že jednou z vlastností pro další zkoumání bude zjišťování vlivu zákrutů, kdy se také bude porovnávat, jakým způsobem počty zákrutů u dvojmo skaných přízí ovlivní následný úhel provázání osnovních nití v obinadle. K tomu, aby bylo možné zjistit, jak se mění jednotlivé parametry skaných přízí, bylo nutné získat potřebné příze, u kterých mohou být následně zkoumány hledané závislosti.

Proto bylo vypředeno 5 druhů přízí odstupňovaných podle počtu a směru zákrutů. Přičemž příze se zákruty 2220 1/m představují maximum, které je společnost schopna z hlediska možných technologií a zároveň splnění následných požadovaných vlastností vypříst. Na základě těchto možností došlo k výrobě dvojmo skaných přízí s nižšími zákruty, než je výrobní maximum a to tak, že vždy byl počet jmenovitých zákrutů snížen o 150 1/m. Je nutné zmínit, že příze s těmito zákruty nejsou standardně společností vyráběny. Byly vypředeny pouze za účelem našeho experimentu. U takto vyrobených přízí byla na první pohled vidět značná smyčkovitost přízí. Na základě subjektivního posouzení byl zaznamenán rozdíl mezi smyčkovitostí u přízí s nejnižším a nejvyšším počtem zákrutů. Z tohoto důvodu byla také smyčkovitost vybrána jako možná vlastnost pro další zkoumání, kde by bylo možné zjistit, jak je smyčkovitost závislá na počtu zákrutů, či jakým způsobem ovlivňuje parametry ob vazů.

Pro sestavení vhodného typu regresního modelu závislostí jsme chtěli ještě použít třetí veličinu, která by měla určitou vypovídací schopnost o chování přízí. V souvislosti se smyčkovitostí a počtem zákrutů se jevila jako vhodná problematika, která se týká torzní energie a torzního modulu délkových textilií. Zakrucováním totiž dochází k deformacím délkových textilií. U takovýchto případů deformací, které jsou způsobeny kroucením, se jedná o modul pružnosti v torzi.

Z vyrobených dvojmo skaných přízí byly následně utkány obvazy, opět v pěti variantách podle počtu zákrutů. Na úvod je potřebné ještě zmínit, že obvazy jsou sledovány až po finální úpravě, tedy tak, jak jsou určeny pro konečného spotřebitele, kdežto příze jsou sledovány v reálné podobě, jelikož z hlediska praktické proveditelnosti není možné příze upravit do finální podoby jakou má ob vaz.

Na základě uvedených předpokladů byly zvoleny za vhodné vlastnosti ke sledování závislostí mechanicko-fyzikálních parametrů ob vazů smyčkovitost, torzní energie a počty zákrutů. Cílem je provést zkoušku smyčkovitosti na základě normy ČSN 80 0707, zkoušku zákrutů dle normy ČSN EN ISO 2061 (80 0709). Navržení postupu pro zkoušení torzního modulu je úkolem této práce. Parametry ob vazů jsou měřeny na základě interní normy Lohmann & Rauscher, které vycházejí z německé normy DIN 61 632.

Dále se budou zjišťovat případné závislosti mezi jednotlivými veličinami a závislosti ob vazů na těchto veličinách. V případě, že se potvrdí teoreticky očekávané závislosti, bude navržen vhodný typ modelu regresních závislostí s ohledem na praktické využití pro společnost Lohmann & Rauscher.

Teoretická část

1 Délkové textilie - příze

Příze jako finální produkt mohou být charakterizovány souborem vlastností. Jsou to zejména následující vlastnosti:

- jemnost
- zákrut
- mechanické vlastnosti – pevnost, tažnost
- vzhled
- hmotová nestejnoměrnost.

Tyto vlastnosti jsou jedny z nejdůležitějších a jsou předmětem mnohých hodnocení. Některým vlastnostem bude věnována větší pozornost a budou dále rozepsány, jelikož ovlivňují vlastnosti plošných textilií, které budou popsány ve druhé kapitole a zároveň poslouží jako důležité ukazatele pro zjišťování jednotlivých závislostí.

1.1 Jemnost

Vyjadřuje vztah mezi hmotností a délkou. Běžně se jemnost (délková hmotnost) vyjadřuje v jednotkách *tex*.

Jemnost lze vypočítat ze vztahu:

$$T[\text{tex}] = \frac{m[\text{g}]}{l[\text{km}]} = \frac{m[\text{g}]}{l[\text{m}]} \cdot 1000 \quad (1)$$

Jemnost 1 tex znamená, že délka 1 km délkové textilie má hmotnost 1 g.

1.1.1 Jemnost skané příze

Pro vyjádření jemnosti skaných přízí využíváme jemnosti jednoduchých přízí. Lze vyjít z jemnosti družené příze:

$$T_D = \sum_{i=1}^n T_i \quad (2)$$

T_D ...jemnost družené příze [tex]

T_i ...jemnost jednoduché příze [tex]

n ...počet jednoduchých přízí

Pro jemnost skané příze pak platí vztah:

$$T_s = T_d \cdot \frac{100}{100 - \delta} \quad [\text{tex}] \quad (3)$$

T_D ...jemnost družené příze [tex]

δ ... seskání [%]

Skutečná jemnost skaných přízí je ovlivněna seskáním, neboli zkrácením, či prodloužením zakrucovaných přízí. Seskání bude zmíněno v kapitole 1.2 v souvislosti se zákruty.

1.1.2 Stanovení jemnosti přízí

Jemnost přízí se stanoví gravimetrickou metodou. Vzorky o vhodné délce se připraví navinutím zkušebního pásma pro zjišťování délkové hmotnosti za stanovených podmínek ze vzorků, které byly klimatizovány ve formě pásem [1]. Odměření přesné délky se provede pomocí vijáku. Doporučený obvod je $(1000 \pm 2,5)$ mm. Takto připravené vzorky se zváží např. na analytických vahách. Jemnost pak zjistíme dosazením do vztahu (1).

1.2 Zákrut

Během spřádání je nutné vlákenný produkt zpevňovat, zejména při vytváření konečného produktu - příze. Zvolené způsoby zpevnění závisí na stupni zpevnění, vlastnostech a jemnostech materiálu. Zákrut [2] vyjadřuje počet otáček, které vloží zakrucovací pracovní orgán (vřeteno, křídlo, rotor u bezvřetenového předení, atd.) do paralyzovaného vlákenného svazku na jeho určitou délku (převážně se počítají zákruty na 1 m). Z toho vyplývá, že zákrut má v niti v podstatě dvě funkce: drží vlákenný útvar pohromadě a na základě třecích sil mezi jednotlivými vlákny dává těmto nitím mechanické vlastnosti (pevnost, pružnost, ohebnost, ...).

Lze rozlišit dva typy zákrutů:

1. **Trvalý** – zakroucení vláken v jednom směru kolem osy vlákenného produktu. Rozlišuje se zákrut levý (**S**) a pravý zákrut (**Z**), jejichž ukázkou lze vidět na

obrázku 1. Pomocí trvalého zákrutu se dosahuje největšího zpevnění. Z tohoto důvodu se používá převážně při zpevňování příze a při výrobě skaných přízí.



Obr. 1 Zákruty nití: S – levý zákrut, Z – pravý zákrut dle [3]

2. **Nepřavý** – postupné zakrucování v obou směrech. Jelikož se jedná o zákruty opačného směru, tudíž se ruší a zakroucení tak nemá trvalý charakter. Cílem je zpevnit vlákenný produkt pomocí zhuštění vláken. Jestliže při zakrucování nepřavým zákrutem působí současně větší příčně stlačující síly, mluvíme o zaoblování.

Následkem zakrucování dochází ke zkracování nebo prodlužování původní délky – **seskání**. Zkrácení původní délky l_0 na konečnou délku l lze popsat následujícím vztahem:

$$\Delta l = l - l_0 \quad [\text{m}] \quad (4)$$

Z tohoto vztahu lze vypočítat **seskání**:

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} * 10^2 \quad [\%] \quad (5)$$

Tím, že se zkrátí seskáním délka nitě, dojde k růstu hmotnosti na jednotku délky.

Pro zjišťování zákrutů slouží *zákrutoměry*. Jsou to přístroje, které mají nastavenou upínací délku 0,5 m nebo 0,25 m. Upínací délka je předepsána normou. U ČSN je upínací délka 0,25 m. Zákruty se musí přepočítat na 1 metr.

Pro zkoušení je velmi důležité *předpětí*. Hodnota předpětí je určena normou. Podle ČSN je předpětí pro skané nitě předepsáno 5mN/tex, pro jednoduché příze 1mN/tex.

Pro jednoduché či skané útvary se používají různé metody měření. Pro skané nitě se jedná o metodu přímou. Pro jednoduché nitě o metodu nepřímou, neboť jednoduché nitě není možné při předpětí rozkroutit do nulového zákrutu.

Mezi zákruty a délkovou hmotností nitě existuje závislost, kterou vyjadřuje koeficient zákrutů α . Vztah, který definuje tuto závislost se označuje jako *Köchlinův vztah* a je používán pro nitě v intervalu délkových hmotností **T > 10 tex**. Platí:

$$Z = \frac{\alpha}{\sqrt{T}} \quad [\text{m}^{-1}] \quad (6)$$

Pro nižší hodnoty délkové hmotnosti **T < 10 tex** je vztah modifikován *Phrixem*:

$$Z = \frac{\alpha}{\sqrt[3]{T^2}} \quad [\text{m}^{-1}] \quad (7)$$

Koeficient zákrutu α není bezrozměrné číslo:

- jednotky pro Köchlinův vztah [$\text{m}^{-1} \cdot \text{Mtex}^{1/2}$]
- jednotky pro Phrixův vztah [$\text{m}^{-1} \cdot \text{Mtex}^{2/3}$]

1.3 Mechanické vlastnosti

Mezi mechanické vlastnosti nití zahrnujeme jejich veškeré chování při působení vnějších sil. Podle typu se jedná zejména o namáhání v tahu, ohybu, krutu, ve smyčce atd. Existují různé způsoby namáhání, přičemž každý ze způsobů nám přináší různé informace o chování vlákna. Všechny zjišťované charakteristiky slouží k popisu délkových textilií jako výchozí hodnoty pro další zpracování v plošnou textilií a také pro odvození mechanických vlastností textilie.

Nejčastěji se měří namáhání:

1. Jednoosé - tah, tlak
2. Víceosé – krut, ohyb

Z hlediska opakování lze rozlišit namáhání:

1. prosté
2. cyklické

Z hlediska času se jedná o namáhání:

1. statické – síla působí pomalu
2. časově závislé – relaxace napětí, creep
3. dynamické – síla působí rychle

U namáhání je rovněž nutné vzít v potaz, zda-li se jedná o namáhání do přetrhu – ultimativní, nebo jde o namáhání v oblastech, kdy nedochází k porušení.

Jednotlivá namáhání lze měřit, ale pouze zkoušky pevnosti v tahu jsou normovány na základě normy ČSN EN ISO 2062.

1.3.1 Pevnost v tahu a tažnost

Pevnost patří k nejdůležitějším vlastnostem. Je určena pevností samotného vlákenného materiálu a také strukturálními faktory – zákrutem, stupněm napřímení vláken, migrací vláken a dalšími vlivy. Pevnost příze se provádí na trhačích přístrojích. Napětí σ lze chápat jako absolutní sílu F přepočítanou na plochu průřezu vzorku S .

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (8)$$

Tato plocha se však obtížně stanovuje, proto se absolutní síla přepočítává na jemnost vzorku T . Napětí (poměrná pevnost do přetrhu) je rovněž nazýváno pevností v tahu. Lze jej vyjádřit dle následujícího vztahu:

$$f = \frac{F}{T} \quad (9)$$

f = relativní síla [N/tex] – vyjadřuje se jako síla na jednotku jemnosti

F = síla [N]

T = jemnost [tex]

Při natahování vzorku dochází k jeho prodloužení, tzv. **deformování**. Absolutní deformaci lze vyjádřit jako Δl [mm]. Případně je nutné přepočítat deformaci na relativní jednotky [%]. Jestliže není deformace vyjádřena v %, lze jí vyjádřit jako bezrozměrné číslo.

Absolutní deformace

$$\Delta l = l - l_0 \quad [\text{mm}] \quad (10)$$

l = konečná délka po natažení [mm]

l_0 = původní délka vzorku [mm] = upínací délka

Relativní deformace

$$\varepsilon = \frac{\Delta l [\text{mm}]}{l_0 [\text{mm}]} = \frac{l - l_0}{l_0} \quad [1] \quad (11)$$

nebo

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} * 10^2 \quad [\%] \quad (12)$$

Relativní pevnost do přetrhu se nazývá **tažnost [%]**. Tažnost lze chápat jako celkové poměrné prodloužení při přetržení. Zkoušky tažnosti probíhají společně se zkouškami pevnosti. Přitom můžeme zjišťovat deformační práci do přetržení **A**. Je to práce nutná k přetržení příze, která je dána výrazem:

$$A = \int_0^1 F(l) \cdot dl \quad [\text{J}] \quad (13)$$

Deformační práce se přepočítává na měrnou deformační práci:

$$a = \frac{A}{T} \quad [\text{J} \cdot \text{tex}^{-1}] \quad (14)$$

Deformaci lze rozlišit na elastickou – vratnou, plastickou – nevratnou a viskoelastickou – částečně vratnou, která je časově závislá.

1.3.2 Elastická deformace

Jedná se o schopnost vratně se deformovat účinkem vnější síly, tj. nabýt původního tvaru jakmile napětí přestane zcela působit. Závislost deformace (poměrného prodloužení) na napětí je v oblasti elastické deformace lineární a chová se podle Hookova zákona:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (15)$$

ε ... poměrné délkové prodloužení

E ... modul pružnosti v tahu (Youngův modul) [Pa]

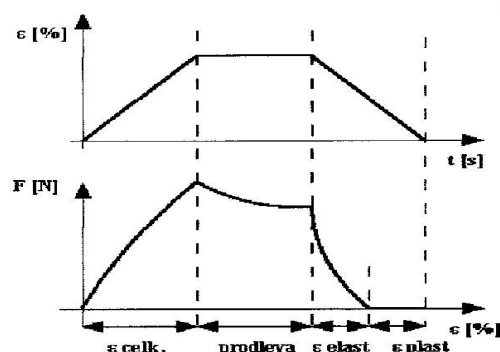
σ ... napětí [Pa]

U přízí se projevují pouze elastické deformace a vlákna v přízi jsou namáhána jen do meze pružnosti. Při malých silách totiž nemůže dojít k prokluzu mezi vlákny.

Úroveň elastických deformací je dána až po mez pružnosti a opakovaným namáháním se zjišťuje zotavovací schopnost nitě. Lze tedy vycházet z toho, že úplné zotavení nastane po zatížení do meze pružnosti. Jakmile se však tento bod překročí, nastávají viskoelastické změny, které se projeví ve zpomaleném procesu zotavení.

Pro charakteristiku chování nití a její zotavovací schopnosti se musí provést opakovaný a rostoucí způsob zatěžování.

Celková deformace se skládá z deformace elastické a plastické. Jak je vidět na obrázku 2, deformace elastická se celá vrací, kdežto plastická deformace se projeví zůstatkovým protažením příze.



Obr. 2 Celková deformace dle[4]

1.4 Torzní energie a torzní modul

Modely pružnosti charakterizují pružné vlastnosti látek. Jestliže se jedná o smykové namáhání, je závislost mezi elastickou poměrnou deformací γ a tečným napětím τ vyjádřena pomocí přímé úměry:

$$\tau = \gamma \cdot G \quad (16)$$

přičemž:

$$\gamma = \frac{\varphi}{l} \quad (17)$$

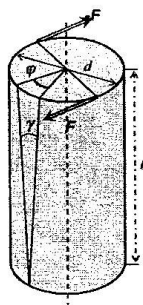
Fyzikální veličina G představuje modul pružnosti ve smyku určitého materiálu. V případě, kdy se jedná o deformace způsobené kroucením se nazývá jako modul pružnosti v torzi. Často se můžeme setkat se zkráceným názvem modul torze.

Torze nebo-li kroucení, značí obyčejně úhel, o který se stočí průřez vlákna nebo tyče oproti pevnému rovnoběžnému průřezu.

Modul torze má stejnou jednotku jako napětí τ , neboli 1 Pa. K tomu, abychom mohli změřit modul torze je třeba vyhodnocení torzní deformace drátů, či tyčí. Je však nutné, aby byla splněna následující podmínka, což znamená, že vždy musí být průměr d menší než je délka l . Tato podmínka je velmi dobře splněna zejména u vláken a přízí. V těchto případech je také direkční moment velmi malý.

Při kroucení jsou všechny části namáhány pouze smykem, který je v každé z těchto částí malý, přesto ale výsledný úhel stočení tyče bývá velký, což umožňuje i velmi dobré změření. K tomuto měření lze použít různých typů tyčí, které mají nejrůznější tvary. Avšak pro nejlepší vyhodnocení výsledků je vhodné zvolit kruhový průřez tyče. U kruhových průřezů je nejjednodušší výpočet modulu torze.

Jak je možné vidět na obrázku 3, je stočení koncového průřezu o úhel φ přímo úměrné velikosti kroucího momentu M .



Obr. 3 Stočení konců příže

Z toho můžeme odvodit vzorec:

$$M = K \cdot \varphi \quad (18)$$

Veličina K se označuje jako **torzní tuhost**. Pro torzní tuhost se užívá označení **direkční moment**, který může být eventuálně nazván jako torzní konstanta.

Torzní tuhost lze vyjádřit následovně:

$$K = \frac{\pi \cdot G \cdot d^4}{32 \cdot l} \quad (19)$$

kde d je průměr a l je délka tyče. G je modul torze.

Odvození vztahu (18) je provedeno v rámci klasické teorie pružnosti. Jestliže při torzi dojde k velkým deformacím, přestane být moment M úměrný úhlu φ .

1.4.1 Stanovení modulu torze statickou metodou

Pro stanovení modulu torze G statickou metodou je nezbytné změřit úhly stočení φ příslušné daným torzním momentům M a pak lze použít následující vyjádření:

$$G = \frac{32.l.M}{\pi.\varphi.d^4} \quad (20)$$

Je nezbytné znát velikost kroutícího momentu M , úhel stočení φ , délku l a průměr d .

1.4.2 Stanovení modulu torze dynamickou metodou

V případech, kdy se jedná o elastickou deformaci, se snaží zkroucené konce vrátit do původní polohy. Když se na tyto konce zavěsí vhodné těleso, obvykle se používá kotouč nebo tyč, který je uchycen v těžišti kolmo k ose ať už drátu, či tyče, začne těleso i drát po té, co dojde k uvolnění vykonávat periodické pohyby, které označujeme jako torzní kmity. Kmitavý pohyb lze popsat pohybovou rovnicí:

$$M = J.\alpha \quad (21)$$

kde α je jeho úhlové zrychlení, pro které platí následující vztah:

$$\alpha = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (22)$$

a J je moment setrvačnosti.

1.4.2.1 Moment setrvačnosti

Při otáčení charakterizuje vlastnosti tělesa moment setrvačnosti. Pro každý bod tělesa mají složky momentu setrvačnosti jiné hodnoty. V každém bodu tělesa jsou nejméně tři navzájem kolmé osy. Tyto osy se označují jako hlavní osy setrvačnosti a momenty setrvačnosti vůči nim se označují jako hlavní momenty setrvačnosti. Má-li homogenní těleso nějakou geometrickou osu symetrie, splyne pak tato osa s hlavní osou setrvačnosti. Máme-li těleso ve tvaru elipsoidu, jsou osy elipsoidu hlavními osami setrvačnosti pro jeho těžiště.

Dále jsou případy, kdy je hlavních os nekonečně mnoho, např. u rotačně symetrického homogenního tělesa. Existuje několik metod pro měření momentu setrvačnosti, ale s ohledem na cíl této práce budou uvedeny pouze 2 metody, které jsou nezbytné pro vysvětlení dalších souvislostí.

- **Měření momentu setrvačnosti přímou metodou**

Tato metoda bývá často nejpresnější ve stanovení momentu setrvačnosti homogenního tělesa jednoduchého geometrického tvaru. Vzhledem k dané ose otáčení se vypočítá moment setrvačnosti přímo ze vztahu:

$$J = \int \rho r^2 dV \quad (23)$$

v němž ρ je hustota daného tělesa, r je proměnná vzdálenost od osy otáčení. Po výpočtu tohoto integrálu se problém určení momentu setrvačnosti redukuje na zjištění hmotnosti tělesa a změření jeho geometrických rozměrů.

Přesnost metody je dána přesností vážení a měření rozměrů tělesa a potom tím, jak dalece odpovídá reálný tvar tělesa předpokládanému geometrickému tvaru. Pro výpočet momentu setrvačnosti tělesa hmotnosti m vzhledem k ose, která je rovnoběžná s osou procházející jeho hmotným středem a je od ní vzdálena o vzdálenost d , existuje vztah, daný *Steinerovou větou*:

$$J = J_0 + md^2 \quad (24)$$

- **Měření momentu setrvačnosti metodou torzních kmitů**

Tato metoda umožňuje měřit moment setrvačnosti tělesa vzhledem k ose procházející jeho hmotným středem.

Těleso se připevní k tenkému, nejlépe ocelovému drátu v některém bodě osy, k níž chceme moment setrvačnosti měřit. Osa zaujme svislou polohu a těleso kolem ní začne torzně kmitat s dobou kmitu T :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{D}} \quad (25)$$

kde D je direkční moment vlákna:

$$D = \frac{\pi G r^4}{2l} \quad (26)$$

který závisí na modulu pružnosti ve smyku G a na geometrických rozměrech drátu. Určení veličiny D je obtížné a proto se snažíme ji při měření vyloučit. Jedna z možností je, že necháme na témže drátu kmitat těleso, jehož moment setrvačnosti J_0 je známý. Doba kmitu pak je:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_0}{D}} \quad (27)$$

Ze vztahu (23) a (25) dostaneme vztah pro hledaný moment setrvačnosti:

$$J = \frac{T^2}{T_0^2} J' \quad (28)$$

Pro praktické použití je vhodná znalost některých často používaných momentů setrvačnosti. Pro naše účely k měření torzní tuhosti přízí je vhodný tento moment setrvačnosti:

$$J_0 = \frac{1}{12} ml^2 \quad (29)$$

Jedná se o moment setrvačnosti tyče délky l a hmotnosti m vzhledem k ose procházející středem tyče kolmo k její délce.

Vrátíme-li se nyní ke vztahu (22) a (23), kde vektory M a α mají opačný směr, musíme tudíž k velikosti kroutícího momentu M přidat záporné znaménko při dosazení do rovnice (23). Získáme tak rovnici:

$$-\frac{\pi d^4 G}{32l} \varphi = J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \quad (30)$$

tuto rovnici můžeme dále jednoduše upravit na tvar:

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} + \frac{\pi d^4 G}{32lJ} \varphi = 0 \quad (31)$$

Rovnice (25) je rovnicí kmitavého pohybu a výraz $\frac{\pi d^4 G}{32lJ}$ je druhou mocninou pro frekvenci ω torzních kmitů. Pro dobu jednoho kyvu $t = \frac{T}{2}$ a periodu T pak platí tento vztah:

$$t = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega} \quad (32)$$

ze kterého lze vyjádřit dobu kyvu torzního kyvadla:

$$t = \pi \sqrt{\frac{32lJ}{\pi d^4 G}} \quad (33)$$

Ze vztahu (25) lze jednoduchou úpravou vyjádřit modul torze G , který se používá při měření tzv. dynamickou metodou. Pak má modul torze tento tvar:

$$G = \frac{32\pi.l.J}{t^2 d^4} \quad (34)$$

kde lze změřit jednoduchým způsobem všechny veličiny. Výjimkou je moment setrvačnosti J , jelikož není známá hmotnost kývajícího tělesa. To lze vyřešit tím, že moment setrvačnosti J zvýšíme přidáním určitých přívazků na hodnotu J' . Tím se prodlouží doba kyvu t torzního kyvadla na t' . Jak je vidět na následujícím vztahu, platí jednoduchá úměra:

$$\frac{t'^2}{t^2} = \frac{J'}{J} \quad (35)$$

Změnit moment setrvačnosti lze přidáním válečků nebo jiného předmětu o průměru D a hmotnosti m . Pak bude platit:

$$J' = J + J_0 \quad (36)$$

přičemž J_0 je moment setrvačnosti válečků, popřípadě jiného vhodného předmětu.

Další část je věnována problematice torzní energie v přízi. Jedná se o výtah z článku z roku 1996, který se zabývá torzí a byl publikován v Anglii – viz použitá literatura [8].

1.4.3 Přímé objektivní měření torze v přízi

Protože zakroucení dává přízím tendenci smyčkovat a vede ke spirálovitosti u hladkých tkanin, je obvykle posuzováno jako negativní vlastnost. Jsou však případy, kdy se naopak stává vlastností žádanou.

Měření točivosti nebo zbytkové torze v přízi je známo po dlouhou dobu, ale stále je zvykem odhadovat schopnost zakroucení pomocí nepřímých metod. Některé metody pro přímé měření torzní energie v přízích byly již v literatuře popsány, ale neexistují žádné konkrétní údaje o torzní energii.

V této části budou popsány některé přímé a objektivní metody pro použití. Skaná příze je taková příze, ve které zůstává zbytkový torzní tlak, prostřednictvím kterého má příze tendenci se kroutit, rozkroutit nebo smyčkovat. Důležitý je ve skaných přízích úhel stočení. Ten je závislý na počtu zákrutů. Čím více je příze zakroucena, tím větší je úhel stočení. Důležitou roli hrají i ostatní faktory, jako je struktura, hustota příze, objemnost atd. Tyto faktory jsou si rovnocenné, avšak úhel stočení může být považován za údaj vypovídající o schopnosti kroucení příze.

Používané metody:

- *Volné točení* – jeden konec příze se upevní do vertikální polohy a na druhý konec příze se upevní kotouč, který se nechá volně roztočit a následně rotovat dokud se nezastaví. Rozdíl mezi počtem rotací tam a zpátky představuje čistý celkový počet otočení. Jiné pojetí je, že se počítá pouze polovina z počtu rotací a to v prvním a třetím cyklu rotace tam a zpátky
- *Měření torze* – použije se příze definované délky, jeden konec příze je pevně upnut, na druhý konec se upevní kotouč, který je napojený na torzní pružinu o známé torzní tuhosti. Pokud je úhel rotace kotouče zaznamenán, zbytková torze v přízi může být vypočítána pomocí známých vztahů. Možné je použití torzního kyvadla tvořeného délkou torzního drátu.
- *Smyčkovitost* - je popsána v následující kapitole 1.5.

Z tohoto výčtu je zřetelné, že metody, které jsou založeny na smyčkovitosti a volné rotaci poskytují jen velmi hrubé údaje o skané přízi. Ačkoliv tyto metody mohou být vhodně použity pro srovnávací účely, poskytnou nám minimum údajů o skutečné torzi ve skaných přízích. Současné také poukazují na funkční potíže spojené s měřením. Na druhou stranu měření absolutní torze v přízi může přinést zjištění významných vztahů mezi vlastnostmi přízí a tkanin.

1.5 Smyčkovitost

Po seskání zůstává v niti napětí, jenž působí proti směru posledního kroucení nitě. Jde o moment, který se odstraňuje ustalováním zákrutů, např. pařením nitě. Jestliže však nejsou zákruty dostatečně ustáleny, má nit snahu se rozkroutit. V případě, že se na niti vytvoří delší volný úsek, začnou se vytvářet smyčky tím, že se nitě překloupí přes sebe. Smyčka je zdvojená šroubovitě zkroucená nit'.

Tyto smyčky pak způsobují poruchy šití, smotávání nitě. Z těchto důvodů se také zkouší **smyčkovitost**.

Měření smyčkovitosti se provádí na základě platné normy ČSN 80 0707. Hodnota smyčkovitosti je dána počtem zákrutů, které se vytvoří přiblížením konců vodorovného úseku nitě zatížených závažím. Udává se počtem zákrutů na 1 m délky.

Hodnota smyčkovitosti se dopočítá na základě aritmetického průměru naměřených hodnot.

2 Plošné textilie

Vlastnosti délkových textilií jsou ovlivněny vlastnostmi vláken a konstrukčními vlivy, nejinak je tomu i u plošných textilií. V úvahu se však musí brát nejenom vlastnosti délkových textilií, konstrukce plošné textilie (použitá technologie, vazba, struktura, dostava), ale také konečná úprava. Konstrukce plošných textilií je různá podle toho, jaká byla použita technologie při výrobě. Z tohoto hlediska lze plošné textilie rozdělit na tkaniny, pleteniny, pletenotkaniny a netkané textilie.

V našem případě se jedná o tkané obvazy, proto další část bude již věnována pouze tkaninám.

Úpravy dávají textiliím konečné vlastnosti a lze je rozdělit na mokré a suché. Především mokré úpravy ovlivňují dodatečně strukturu vláken, nebo alespoň povrch a tak dochází ke změnám základních vlastností. Finální úpravy by měly být voleny tak, aby vlastnosti byly více zlepšeny a nikoliv potlačeny.

Vlastnosti plošných textilií lze rozdělit do následujících skupin [4]:

- konstrukční vlastnosti
- mechanické vlastnosti
- stálosti a odolnosti textilií
- fyziologické vlastnosti

2.1 Konstrukční vlastnosti

Základním konstrukčním parametrem je vazba, se kterou úzce souvisí i další parametry jako je plošná hmotnost, tloušťka, měrná hmotnost, pórovitost a řada dalších.

2.1.1 Plošná hmotnost

Lze ji vyjádřit jako hmotnost na jednotku plochy. Plošná hmotnost se vypočítá z následujícího vztahu:

$$\rho_s = \frac{m}{S} = \frac{m}{l * b} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (37)$$

m ... hmotnost vzorku plošné textilie v kg

S ... plocha vzorku plošné textilie v m^2

l ... délka vzorku v m

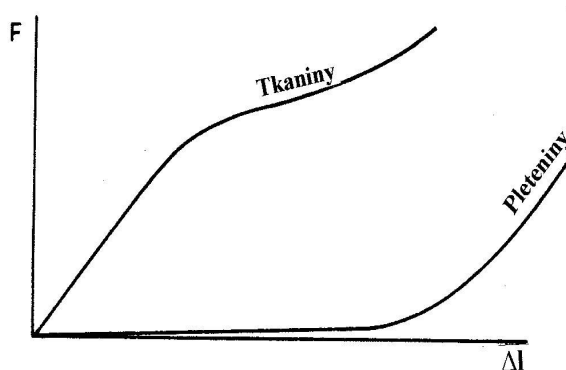
b ... šířka vzorku v m

Plošná hmotnost se zjišťuje vystřížením vzorku tkaniny o požadované velikosti, zpravidla 10 x 10 cm, následujícím zvážení vzorku a přepočtem na 1 m^2 .

2.2 Mechanické vlastnosti

Jak již bylo napsáno v kapitole 1.3, jsou mechanické vlastnosti odezvou na mechanické působení vnějších sil, tak jako tomu bylo u přízí. Mechanická namáhání jsou prováděna zejména v oblasti malých deformací. Pouze u menšího počtu dojde k takovému namáhání, které způsobí porušení plošné textilie. Do mechanických vlastností tkanin lze zahrnout jejich namáhání v tahu. Pevnost v tahu a tažnost patří mezi základní charakteristiky. Při jejich měření velmi závisí na tvaru vzorku, který je normován. U tkanin je vzorek vystřížen nit po niti ve tvaru obdélníku, přičemž delší strana je ve stavu namáhání. Zkoušky se provádí na základě normy ČSN EN ISO 13934-1.

Jak je možné vidět na obrázku 4, znázorňujícím graf tahových křivek, mají tkaniny od počátku vysoký přírůstek síly, jelikož jsou pevnější, narozdíl od jiných plošných textilií - např. pletenin, u kterých se nejdříve projeví vysoký přírůstek prodloužení a teprve později narůstá hodnota síly F [N].



Obr. 4 Tahová křivka tkanin a pletenin

3 Zpracování dat

3.1 Průzkumová analýza jednorozměrných dat

Analýza dat se provádí k tomu účelu, aby bylo možno zjistit, jaké jsou zvláštnosti dat a následně ověřit předpoklady pro statistické zpracování. Základem jednotlivých statistických metod pro vyhodnocení výsledků měření je splnění několika podmínek:

- nezávislost jednotlivých prvků ve výběru
- homogenita celého výběru
- předpoklad, že se jedná o normální rozdělení
- každý prvek v souboru má stejnou pravděpodobnost, že bude zařazen do výběru

Pokud nejsou jednotlivé podmínky splněny, je analýza dat mnohem složitější.

3.2 Párové porovnávání

Porovnání dvou výběrů lze použít pro podrobnou analýzu dvou datových souborů. Slouží k rozhodnutí, zda dva soubory naměřených dat mají shodná rozdělení, shodné střední hodnoty a rozptyly.

Lze použít dva možné postupy analýzy:

- porovnání dvou nezávislých výběrů
- párové porovnání dvou výběrů

3.3 Lineární regresní modely

Cílem analýzy je zjištění vztahu mezi závisle proměnnou veličinou y a nezávisle proměnnými veličinami x . O jakou se bude jednat závislost ovlivní povaha veličin y a x .

3.3.1 Metoda Stepwise All

Tato metoda slouží k sestavení dobrého modelu na základě dat i bez předběžných informací o možných vztazích mezi proměnnými. Vypočítá regresi se všemi možnými kombinacemi vybraných nezávisle proměnných v regresním modelu. Pro každou regresi vypočítá tři kritéria kvality regrese: F-kritérium (FIS), Akaikovo informační kritérium (AIC) a střední kvadratickou chybu predikce (MEP). Na základě

nejlepší hodnoty těchto kritérií lze pak vybrat optimální model. Za nejvhodnější je považován takový model, pro který je AIC minimální.

3.3.2 Metoda nejmenších čtverců

Optimální výsledky lze dosáhnout použitím *metody nejmenších čtverců*, ale musí být splněny určité předpoklady ohledně dat a regresním modelu. Jedná se o základní metodu založenou na předpokladu normality, nepřítomnosti vybočujících hodnot a dobré podmíněnosti dat. Důležitou vlastností také je, že náhodné chyby mají konstantní a konečný rozptyl. Jedná se tedy o *homoskedastický* případ. V opačném případě, jedná-li se o nekonstantnost rozptylu mluvíme o *heteroskedasticitě*.

Experimentální část

4 Výroba přízí a obinadel

K tomu, aby bylo možné zjistit určitý parametr skaných přízí, který by teoreticky mohl souviset s výslednými vlastnostmi obinadel – zejména poměrným prodloužením a elastickou deformací, jenž jsou ve firmě standardně měřeny, bylo nutné získat potřebné příze, u kterých mohou být následně zkoumány závislosti navržených vlastností dvojmo skaných přízí.

Jelikož společnost Lohmann & Rauscher pro výrobu elastických obinadel používá pro tkaní pouze dvojmo skané bavlněné příze o jmenovitém zákrutu 2220 1/m, muselo dojít k vypředení dalších přízí s odlišnými zákruty. Bylo vypředeno 5 druhů přízí odstupňovaných podle počtu a směru zákrutů, přičemž příze se zákruty 2220 1/m představují maximum, které je společnost schopna z hlediska možných technologií a zároveň splnění požadovaných vlastností vypříst. Z tohoto důvodu došlo k výrobě dvojmo skaných přízí s nižšími zákruty, než je výrobní maximum a to tak, že vždy byl počet jmenovitých zákrutů snížen o 150 1/m. Do elastických obinadel jsou používány příze s opačnými zákruty, tudíž musely být vypředeny příze se zákruty zz/S a ss/Z. Všechny příze měly stejnou jmenovitou jemnost a to 2 x 20 tex a byly bavlněné.

Pro další experimenty byly použity příze, jejichž přehled je uveden v tabulce 1.

Tab. 1 Přehled dvojmo skaných přízí

Příze			
Bavlněné příze zz/S (jemnost [tex] /počet zákrutů [1/m])		Bavlněné příze ss/Z (jemnost [tex] /počet zákrutů [1/m])	
1.	2x20/1650	1.	2x20/1650
2.	2x20/1800	2.	2x20/1800
3.	2x20/1950	3.	2x20/1950
4.	2x20/2100	4.	2x20/2100
5.	2x20/2250	5.	2x20/2250

Pro upřesnění tabulky 1 je nutné uvést, že pro účely našeho experimentu bude používáno u příze s nejvyšším počtem zákrutů označení 2250 1/m, přestože společnost vyrábí tyto příze s označením 2220 1/m, ale z hlediska dodržení cíleného odstupňování počtu zákrutů se jeví toto označení jako přehlednější.

Poté, co byly příze vypředeny, došlo k výrobě samotných obinadel. Obinadla jsou utkána v plátňové vazbě. Ve struktuře dochází ve směru osnovy k pravidelnému střídání dvojmo skaných přízí s odlišnými zákruty – tedy zz/S a ss/Z. Ve směru útku jsou použity jednoduché bavlněné příze. Toto uspořádání vytváří následující charakteristickou hrubší strukturu elastických obinadel, která zajišťuje stabilitu obvazu.

Po utkání obinadel se provádí dle interních norem zkouška [10]. Měří se osnovní a útková dostava, šíře obinadla a kontroluje se vazba – střídání nití. Vždy jsou stanoveny povolené odchylky a následně se rozhoduje, zda bude zboží použito či nikoliv.

Stanovené tolerance po utkání jsou zobrazeny v tabulce 2.

Tab. 2 Tolerance u tkalcovských stavů

Osnovní dostava /10 cm	Útková dostava /10 cm	Plošná hmotnost [g/cm ²]	Šíře obinadla [cm]	Šíře mezery [cm]
158 - 162	74 - 77	140 - 150	10,2 - 10,8	3,8 – 4,8

Je nezbytné upozornit, že tolerance u tkalcovských stavů a následně i na úpravárenské lince a při rolování platí pouze pro námi zkoumaný druh elastických obinadel o šíři 10 cm. Ostatní druhy a šíře obinadel mají stanovené odlišné hodnoty tolerancí.

V případě, že tkanina splňuje požadavky, může se dále upravovat na úpravárenské lince, kde dochází k těmto procesům:

1. tkanina prochází smršťovací lázní – teplota lázně je 80⁰ C
2. odsávání
3. oxidační bělicí lázeň – tento proces probíhá za studena
4. napařování
5. ostříkování – teplou i studenou vodou
6. ždímání

7. neutralizační lázeň – opět za studena, pH lázně je 4 – 5, neutralizace se provádí pomocí kyseliny octové
8. odsávání
9. sušení
10. skládání

Dále dochází u tkaniny k sanforizaci, ale vždy minimálně 24 hodin po úpravě. Následuje opětná kontrola. Dle interní normy se odeberou tři vzorky z prostředku tkaniny o délce 2 metry. Hodnotí se :

- **optické parametry** – porovnává se stupeň vybělení s referenčním vzorkem
- **fyzikální parametry** – pružnost [%], relaxace [%], plošná hmotnost [g/m^2], šíře [cm], dostava osnovní a útková (na 10 cm).

Opět i v této fázi zpracování jsou stanoveny možné tolerance, jak je uvádí tabulka 3.

Tab. 3 Tolerance na úpravářenské lince

Osnovní dostava /10 cm	Útková dostava /10 cm	Pružnost [%]	Relaxace [%]	Šíře obinadla + mezeří [cm]
≥ 160	≥ 74	≥ 95	≥ 45	9,8 – 10,4

Dalším krokem je oddělování jednotlivých částí tkaniny na obinadla a rolování. Po rolování se hodnotí potřebné parametry, u kterých jsou rovněž stanoveny tolerance, jak je uvedeno v tabulce 4. Zde je důležité si všimnout, že tolerance u pružnosti je snížena oproti tolerancím v tabulce 3, neboť dle dosavadních výsledků měření se tento parametr po rolování mění.

Tab. 4 Tolerance po rolování

Délka napnutá [m]	Pružnost [%]	Relaxace [%]	Hmotnost obinadla [g]	Šíře obinadla s přesahujícími nitěmi [cm]
4,85 – 5,30	≥ 90	≥ 60	≥ 68	9,8 – 10,4

Hodnotí se tyto fyzikální parametry:

- hmotnost obinadla [g] – měření
- šíře [cm] – měření s přesahujícími nitěmi
- délka nenapnutá [m] – používá se vzorek o délce 2 m pro výpočet pružnosti
- délka napnutá [m] – měření pro výpočet pružnosti
- délka po relaxaci [m] – měření pro výpočet relaxace
- pružnost [%] – výpočet
- relaxace [%]

Při měření pružnosti je stanoveno předpětí 0,5 kg na 1 cm šíře obinadla. Šíře se měří bez přesahujících nití. Délka se měří v napnutém stavu.

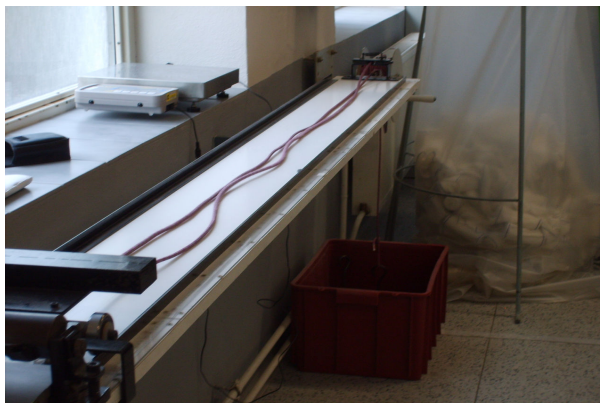
Závěrečným krokem je balení, kontrola po balení, označení obinadla, krabičky a kartonu. Tato část již není důležitou součástí pro splnění cíle naší práce, proto jí nebude věnována další pozornost.

5 Měření poměrného prodloužení a elastické deformace u obinadel

Poté, co byly vyrobeny potřebné druhy obvazů, začalo se s měřením parametrů u jednotlivých obvazů vyrobených z dvojmo skaných přízí s různými zákruty. Tato měření se prováděla na základě interní normy, vycházející z [6]. Obinadla byla zkoušena poté, co prošla úpravářenskou linkou, tudíž pro ně platí tolerance uvedené v tabulce 3, str. 30.

Postupovalo se tímto způsobem:

- 1) Nastříhání 50 vzorků obinadel o délce 2 m pro každý typ obinadla s různými počty zákrutů (1650, 1800, 1950, 2100, 2250 1/m).
- 2) Zvážení vzorku v [g] pro určení plošné hmotnosti.
- 3) Vzorek se volně natáhne a rukou urovná, tak aby nedošlo k jeho deformování, přeměří se délka vzorku s přesností na 0,01 m a získá se tak nenapnutá délka l_0 . Toto měření probíhá na speciální měřicí lavici, jak je vidět na obrázku 5.



Obr. 5 Měřicí lavice

- 4) Přeměření šíře vzorku v [cm].
- 5) Upevnění obou konců obinadla do pohyblivých upínacích čelistí – viz obr. 6.



Obr. 6 Upínací čelisti na měřicí lavici

- 6) Obinadlo je napnuto při definovaném předpětí 0,5 kg na 1 cm šíře obinadla (v našem případě se jedná o předpětí 5 kg, neboť jsou k dispozici obinadla o šíři 10 cm).



Obr. 7 Nastavení předpětí

- 7) Opět dojde ke změření a následnému získání délky napnuté l_1 .
- 8) Na základě těchto údajů se vypočítá poměrné prodloužení vzorků.
- 9) Napnutý vzorek se ponechá 1 minutu zatížený a následně se uvolní z čelistí.
- 10) Vzorek zůstává uvolněný ležet po dobu 2 minut, po uplynutí daného času se zlehka rukou natáhne a změří se délka po relaxaci l_2 .
- 11) Výsledné hodnoty se zapíše do tabulky a dopočítají se potřebné údaje jako je poměrné prodloužení, elastická deformace, plošná hmotnost pro vzorky v napnutém a nenapnutém stavu.

Pro potřeby dalšího zkoumání a zjišťování výsledných vlastností obinadel je nutné upozornit na skutečnost, že bylo pozměněno označení dvou parametrů za účelem použití vhodnější textilní terminologie, přehlednější orientace a snadnějšího objasňování případných závislostí. Jedná se o změny názvu pružnosti a relaxace. Takto jsou veličiny

označovány ve společnosti Lohmann & Rauscher. Pro pružnost bude používáno v této práci označení **poměrné prodloužení** a pro relaxaci označení **elastická deformace**. Postup pro výpočet zůstává stejný dle interní normy [10].

1) Výpočet poměrného prodloužení

$$D[\%] = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100$$

D = poměrné prodloužení [%] (38)

l_0 = nenapnutá délka [m]

l_1 = napnutá délka [m]

2) Výpočet elastické deformace

$$R[\%] = \frac{l_1 - l_2}{l_1 - l_0} \cdot 100$$

R = elastická deformace [%] (39)

l_2 = délka po relaxaci [m]

Na základě vztahů (37), (38), (39) byly vypočítány potřebné parametry pro obinadla tkaná dvojmo skanými přízemi s různými počty zákrutů a vytvořeny následující tabulky, ve kterých jsou z důvodu množství naměřených dat (příloha č. 1) uvedeny pouze průměrné hodnoty. Součástí tabulek jsou výsledky vypočítaných plošných hmotností, které jsou nutné pro splnění tolerancí určených normou [6], ale pro účely této práce s těmito hodnotami nebude dále pracováno.

Tab. 5 Naměřené hodnoty pro obinadla se zákruty 1650 1/m

IB 1650 1/m								
Hmot- nost [g]	Šíře [cm]	L_0 [m]	L_1 [m]	Poměrné prodloužení [%]	L_2 [m]	Elastická deformace [%]	Pl. hm. nap. [g/m ²]	Pl. hm. nenap. [g/m ²]
42,3	10,2	2,00	3,31	65,6 <65,2;66,01>	2,39	69,9 <69,68;70,33>	125,0	206,9

V tabulce 5 jsou parametry pro obvazy s nejnižším počtem zákrutů. V případě těchto ukazatelů můžeme konstatovat, že hodnota poměrného prodloužení činí 65,6 %, přičemž tolerance stanovuje tuto hodnotu na minimálně 95 %. To znamená, že tento typ obvazů by nemohl být společností vyráběn, protože nesplňuje základní požadavek, ale

pro sledování jednotlivých ukazatelů je to důležitý údaj, který nám může objasnit další výsledky.

Tab. 6 Naměřené hodnoty pro obinadla se zákruty 1800 1/m

IB 1800 1/m								
Hmotnost [g]	Šíře [cm]	L ₀ [m]	L ₁ [m]	Poměrné prodloužení [%]	L ₂ [m]	Elastická deformace [%]	Pl. hm. nap. [g/m ²]	Pl. hm. nenap. [g/m ²]
47,7	10,0	2,00	3,70	85,3 <84,41;85,65>	2,49	71,4 <71,14;71,67>	128,5	237,8

V tabulce 6 jsou hodnoty pro obinadla se zákruty 1800 1/m. V tomto případě není poměrné prodloužení v toleranci, jelikož činí pouze 85,3 %. I tyto druhy nemůžou být pro nesplnění požadovaných tolerancí vyráběny.

Tab. 7 Naměřené hodnoty pro obinadla se zákruty 1950 1/m

IB 1950 1/m								
Hmotnost [g]	Šíře [cm]	L ₀ [m]	L ₁ [m]	Poměrné prodloužení [%]	L ₂ [m]	Elastická deformace [%]	Pl. hm. nap. [g/m ²]	Pl. hm. nenap. [g/m ²]
51,7	10,0	2,00	3,93	96,3 <95,87;96,63>	2,52	72,8 <72,53;72,98>	131,6	258,3

V tabulce 7 jsou hodnoty obinadel se zákruty 1950 1/m. Tentokrát je možné konstatovat, že poměrné prodloužení splňuje požadovanou toleranci, ale průměrná hodnota činí 96,3 %, což je blízko spodní hranici pro přijetí. Průměrná hodnota by mohla svádět k pokusu brát tyto obvazy za vhodné pro výrobu, avšak některé naměřené hodnoty zůstávají stále pod hranicí přijatelnosti.

Tab. 8 Naměřené hodnoty pro obinadla se zákruty 2100 1/m

IB 2100 1/m								
Hmotnost [g]	Šíře [cm]	L ₀ [m]	L ₁ [m]	Poměrné prodloužení [%]	L ₂ [m]	Elastická deformace [%]	Pl. hm. nap. [g/m ²]	Pl. hm. nenap. [g/m ²]
54,9	10,0	2,00	4,08	103,9 <103,37;104,39>	2,65	68,7 <68,29;69,12>	135,1	275,4

V tabulce 8 můžeme vidět, že průměrná hodnota 103,9 % u obinadel se zákruty 2100 1/m je již nad hranicí tolerance pro vhodnost přijetí obvazu. Všech 50

proměřených vzorků má poměrné prodloužení větší než 100% a tyto obvazy by již mohly být z hlediska tolerancí vyráběny, jelikož splňují normou stanovené požadavky a dosahují podobných výsledků jako obvazy s nejvyššími počty zákrutů.

Tab. 9 Naměřené hodnoty pro obinadla se zákruty 2250 1/m

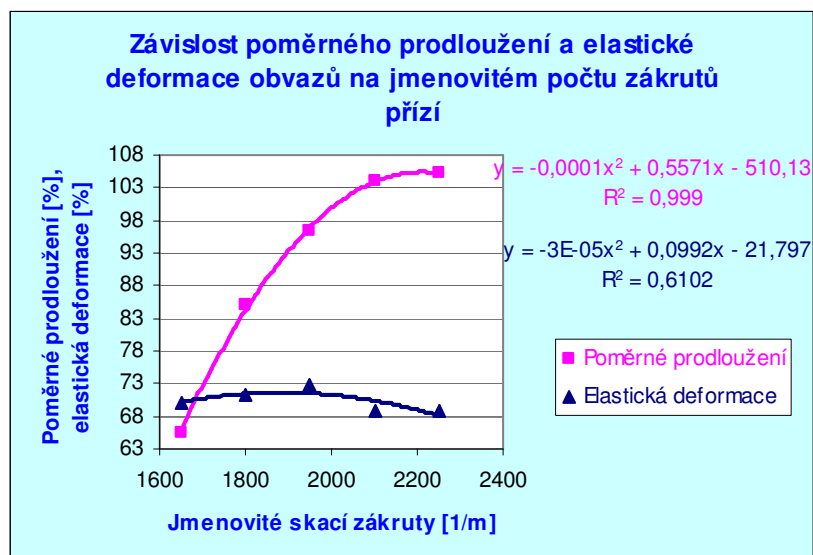
IB 2250 1/m								
Hmotnost [g]	Šíře [cm]	L ₀ [m]	L ₁ [m]	Poměrné prodloužení [%]	Délka L ₂ [m]	Elastická deformace [%]	Pl. hm. nap. [g/m ²]	Pl. hm. nenap. [g/m ²]
54,9	9,9	2,00	4,11	105,3 <104,83;105,73>	2,68	68,7 <68,45;68,95>	134,5	276,1

Z tabulky 9 je zřetelné, že poměrné prodloužení se ještě zvýšilo na hodnotu 105,3 %. Z doposud provedených měření a výpočtů lze konstatovat, že poměrné prodloužení se zvyšuje společně s rostoucím počtem zákrutů. Z toho důvodu bude také zkoušení zákrutů důležitým ukazatelem vlastností dvojmo skaných přízí. Již v této části výzkumu lze konstatovat, že počet zákrutů by měl být jedním z hledaných parametrů souvisejícím s vlastnostmi obinadla.

Co se týče parametru elastické deformace, je možné z jednotlivých tabulek vyčíst, že u obinadel se zákruty 1650 – 1800 1/m se hodnota zvyšuje z 69,9 % až na 72,8 %, u obinadel se zákruty 2100 1/m dojde k zřetelnému poklesu na 68,7 % a u obinadel s nejvyšším počtem zákrutů je tato hodnota stejná 68,7 %. Všechny hodnoty splňují předepsané tolerance.

Z těchto údajů by se dalo usuzovat, že v případě elastické deformace efektivita zakrucování stoupá do zákrutů 1950 1/m, pak dojde k poklesu a jeví se jako konstantní. Zajímavé by bylo zjistit, zda tato hodnota dále bude klesat, či nikoliv. Z důvodu toho, že obvazy s vyššími zákruty, nelze již utkat, není možné tuto vlastnost dále posoudit.

Pro lepší představu o výsledcích měření budou data vynesena do grafu.



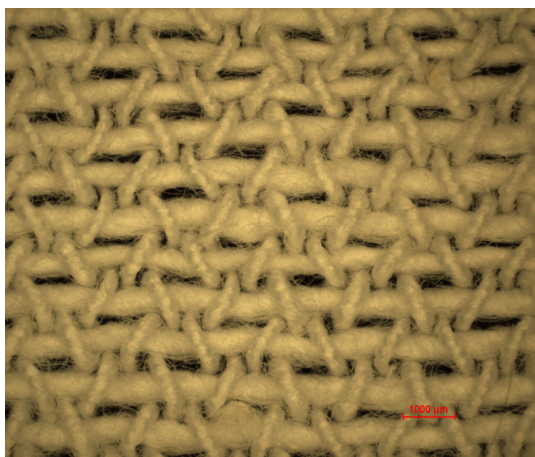
Obr. 8 Závislost poměrného prodloužení a elastické deformace ob vazů na jmenovitém počtu zákrutů přízí

Na obrázku 8 jsou znázorněny závislosti v případě jmenovitých hodnot skacích zákrutů, kde je vidět rozdíl mezi jednotlivými křivkami. Jedná se o polynomicke funkce. Vysoká závislost se jeví v případě poměrného prodloužení a počtu skacích zákrutů, kdy koeficient determinace je téměř 1. U elastické deformace obinadel je závislost podstatně nižší. Záleží však na tom, jak se dané závislosti změni v případě skutečně naměřených zákrutů dvojmo skaných přízí.

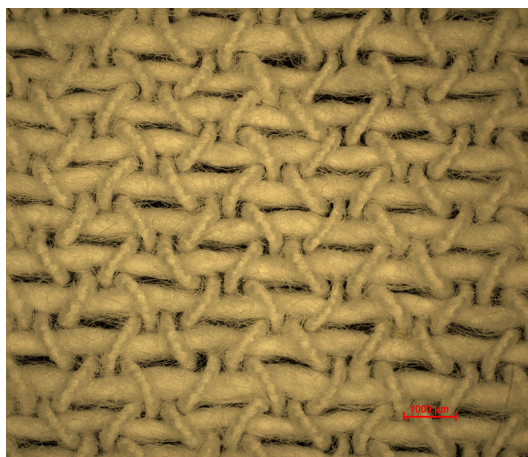
Na základě dosažených výsledků, kdy lze pozorovat lineární závislost parametrů obvazu na počtu zákrutů se ještě prověří, zda-li zákruty skutečně ovlivňují sklon provázání osnovních nití v obvazu a současně, jak se tento sklon měni podle počtu zákrutů dvojmo skaných přízí.

5.1 Sledování struktury ob vazů

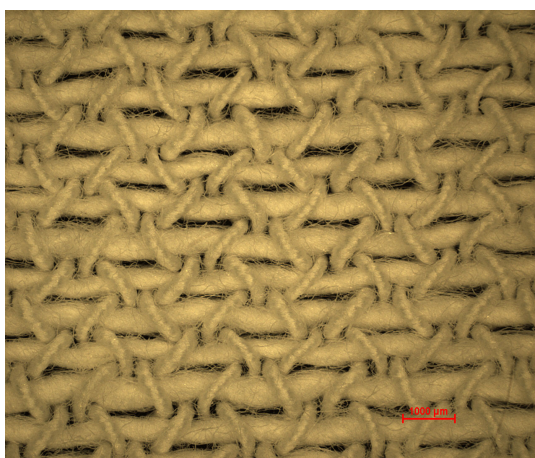
Pro názornější představu, jak se měni struktura ob vazů tkaných s různými počty zákrutů, byly pořízeny pomocí obrazové analýzy snímky všech druhů ob vazů, které jsou znázorněny na následujících obrázcích.



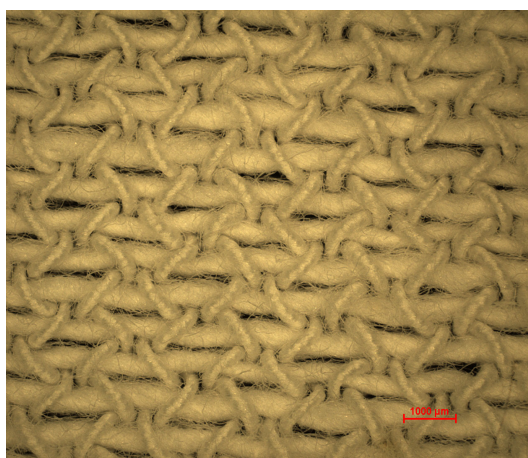
Obr. 9 Idealbinde 1650



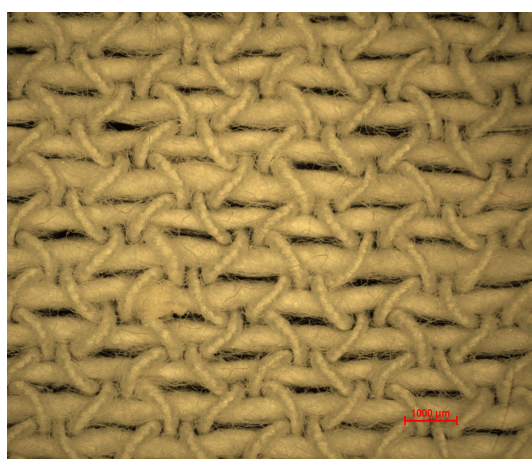
Obr. 10 Idealbinde 1800



Obr. 11 Idealbinde 1950



Obr. 12 Idealbinde 2100



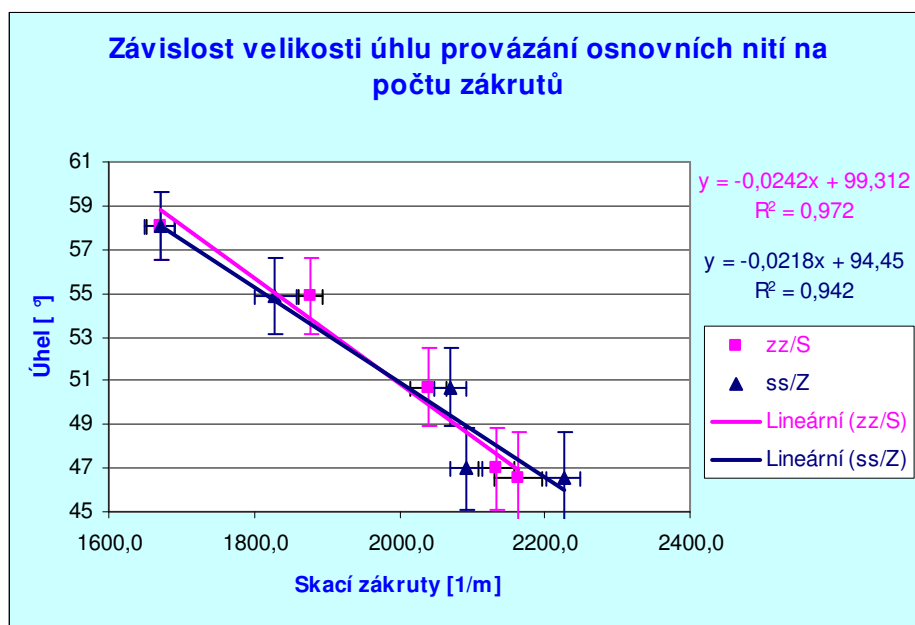
Obr. 13 Idealbinde 2250

Z obrázků je zřetelné, že, čím jsou obinadla utkána s vyššími počty zákrutů, tím se jeví struktura jako hustší, což také souvisí s vnitřní energií skaných přízí. Přičemž u ob vazů se zákruty 2100 a 2250 1/m jsou si struktury velmi podobné. Vyznačená červená vzdálenost na obrázcích zobrazuje měřítko, které představuje skutečnou délku 1 mm.

Na obrázcích na str. 38, je možné pozorovat odlišnosti ve sklonu osnovních nití vzhledem k útkovým. Pomocí obrazové analýzy je možné subjektivně změřit úhel sklonu osnovních nití. Měření byla provedena pro každý typ ob vazů. Výsledné hodnoty byly opět testovány a pro přehlednost byla vytvořena tabulka 10 s průměrnými hodnotami a intervaly spolehlivosti naměřených úhlů.

Tab. 10 Naměřené hodnoty úhlů provázání osnovy a útku

Hodnoty úhlů [°]	
1650 1/m	58,07 <56,58 ; 59,59>
1800 1/m	54,88 <53,18 ; 56,58>
1950 1/m	50,70 <48,80 ; 52,51>
2100 1/m	46,98 <45,13 ; 48,83>
2250 1/m	46,54 <44,43 ; 48,64>



Obr. 14 Závislost velikosti úhlu provázání osnovních nití na počtu skacích zákrutů

Graf na obrázku 14 nám potvrdil, jak důležitou vlastností jsou počty zákrutů přízí. Z obrázku je patrná lineární závislost mezi velikostmi úhlů a počty zákrutů. Koeficient determinace je velmi vysoký. Opět je nepatrně větší závislost u přízí se zákruty zz/S. Hodnoty úhlů se pohybují mezi 46 až 58°, což je relativně nízký sklon. Tento sklon se snižuje se zvyšujícími se počty zákrutů. V této souvislosti je vhodné připomenout, že hodnoty úhlů provázání osnovy a útku se u běžných, tedy nepružných tkanin pohybují přibližně kolem 90°.

Lze tedy před dalším testováním konstatovat, že se nám potvrdil počáteční odhad ohledně vlivu počtu zákrutů dvojmo skaných přízí na parametry obvazu

5.2 Statistické zpracování

Před dalším zpracováním dat byla provedena pomocí statistického programu tzv. Základní statistika, jejíž cílem bylo zjistit závislost, či nezávislost vkládaných dat, homogenitu a normalitu. Všechny testy byly provedeny na hladině významnosti $\alpha = 0.05$. U třech hodnot byla homogenita zamítnuta, ty byly následně ze souboru vyloučeny a znovu byla provedena základní statistika. K posouzení nám napomohly výsledné grafy a protokoly. Poté co bylo zjištěno, že nejsou žádná vybočující měření, mohlo být provedeno další zpracování dat.

V některých případech se data zobrazila mimo hranice krabicového grafu, ale přesto i v těchto případech byla homogenita přijata. Z tohoto důvodu data nebyla z výběru vyřazena, není možné je proto posuzovat jako data vybočující, ale lze je označit jako hodnoty odlehlé.

6 Měření vlastností přízí

Příze byly měřeny oproti finálně upraveným obvazům v režném stavu, neboť nebylo možné z hlediska praktické proveditelnosti příze upravit stejným způsobem, jako je tomu v případě upravování obinadel. Ta procházejí úpravárenskými linkami po celou dobu v napjatém stavu, což nebylo možné provést u dvojmo skaných přízí. Nejprve byl zjišťován skutečný počet zákrutů.

6.1 Zjišťování počtu zákrutů

- 1) Připravené náviny přízí byly umístěny do klimatizační komory.
- 2) Měření probíhala na základě normy [2].
- 3) Nit byla upnuta do čelistí zákrutoměru, odaretovala se kladka s předpětím, které je stanovenou normou. V tomto případě bylo předpětí u dvojmo skané příze o jemnosti 2x20 tex 20 gramů. Dochází k rozkrucování do té doby, než lze preparační jehlou, která se zasune mezi elementární nitě, volně projít od jedné čelisti ke druhé.
- 4) Zjistí se počet zákrutů, délka seskání a směr zákrutů při nastavené upínací délce $l_0 = 0,25$ m. Kladka s nastaveným napětím se zaaretuje. Nit je stále upnutá mezi čelistmi a pro další zkoušení se ponechá pouze jedna nit, ostatní přebytečné nitě jsou odstřiženy.
- 5) Na kladce je změněno předpětí na 10 gramů. Kladka se odaretuje a nit se upraví tak, aby ručička byla opět na nulové poloze. Změní se směr zákrutů a vynuluje se počítadlo. Na počítadle se zjistí počet zákrutů tentokrát při délce 0,5 m.

Takto bylo provedeno 25 měření pro každý typ příze. Výsledkem jsou naměřená data, která nám udávají počet skacích zákrutů, počet přádních zákrutů a změnu délky nitě. Jednotlivé naměřené hodnoty jsou v příloze č. 2.

Rovněž po naměření hodnot u přízí byla provedena tzv. Základní statistika. Všechny testy byly provedeny na hladině významnosti $\alpha = 0.05$. Poté, co bylo zjištěno, že nejsou žádná vybočující měření, že je přijata normalita i homogenita, mohlo být provedeno další zpracování dat.

Pro lepší přehlednost jsou u jednotlivých druhů přízí v tabulce 11 uvedené jen průměrné hodnoty přádních a skacích zákrutů a seskání. Všechny hodnoty jsou

přepočítány na 1 m. Pro další grafická zpracování byl ještě dopočítán konfidenční interval při 95% úrovni spolehlivosti pro průměrný počet skacích zákrutů. Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v tabulce 11.

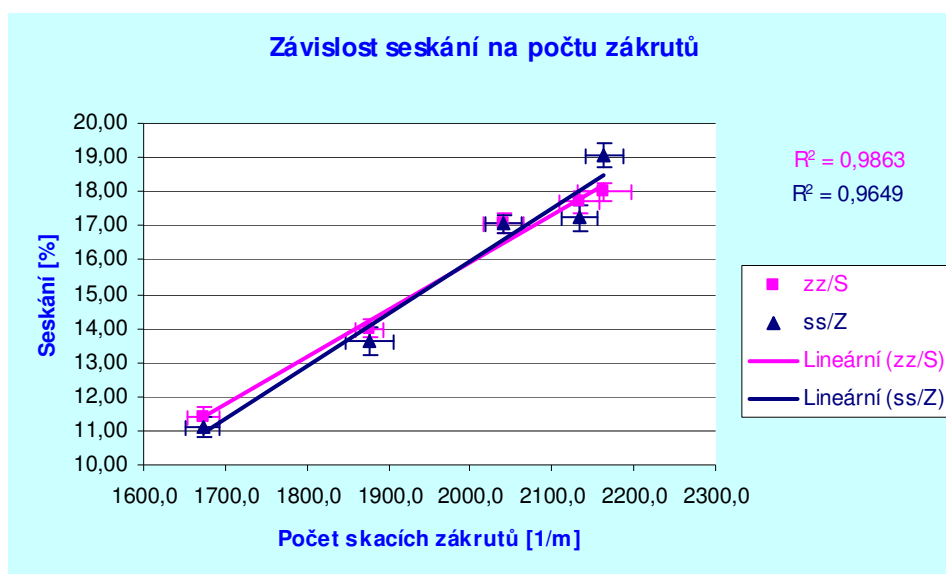
Tab. 11 Vypočítané průměrné hodnoty zákrutů

Jmenovitá hodnota skacích zákrutů [1/m]	Naměřená hodnota skacích zákrutů [1/m]	Naměřená hodnota přádních zákrutů [1/m]	Seskání [%]
1650 zz/S	1672,32 <1652,82 ; 1691,82>	958	11,40
1650 ss/Z	1670,72 <1650,62 ; 1690,82>	932,4	11,13
1800 zz/S	1876,80 <1860,50 ; 1893,10>	981,28	14,00
1800 ss/Z	1828,96 <1800,36 ; 1857,56>	863,04	13,63
1950 zz/S	2040,32 <2016,02 ; 2064,62>	945,36	16,61
1950 ss/Z	2071,04 <2049,44 ; 2092,64>	943,76	17,22
2100 zz/S	2133,76 <2049,44 ; 2092,64>	999,28	17,69
2100 ss/Z	2092,32 <2070,42 ; 2114,22>	974,08	17,29
2250 zz/S	2163,36 <2130,36 ; 2196,36>	962,64	17,57
2250 ss/Z	2225,44 <2202,14 ; 2248,74>	1004,8	19,07

Pro lepší kontrolu byl spočítán také variační koeficient, který byl vždy nižší než 5 %, což je v pořádku, jelikož norma stanoví, že v případě, kdy je variační koeficient při 95% hladině spolehlivosti vyšší než 5 % je nutné zvýšit počet měření, případně provést přeměření.

Z naměřených a vypočítaných dat uvedených v tabulce 11 je možné pozorovat závislost mezi seskáním a počtem zákrutů. Tyto hodnoty vyneseme do bodového grafu pro přehlednější znázornění závislosti. Součástí grafu jsou vyznačené intervaly spolehlivosti, spojnice trendu a koeficient determinace R^2 . Ten se pohybuje podle toho, jak přesně odpovídají předpokládané hodnoty spojnice trendu skutečným datům. Nejspolehlivější je, když je hodnota rovna 1, nebo se této hodnotě blíží. V případě grafu závislosti seskání na počtu zákrutů, který zachycuje obrázek 15, je průběh dat znázorněn ve tvaru přímky. To znamená, že seskání se zvyšuje téměř konstantě s rostoucím počtem zákrutů. Hodnota R^2 se blíží téměř 1, což značí dobré přizpůsobení

přímky výchozím datům. O něco vyšší je hodnota u zákrutů zz/S. Z grafu lze vyvodit závěr, že se jedná o lineární závislost mezi seskáním a počty zákrutů.



Obr. 15 Graf závislosti seskání na počtu zákrutů

6.2 Zjišťování smyčkovitosti

Měření se provádí na základě platné normy ČSN 80 0707. Zkoušené vzorky byly ponechány v klimatizační komoře, zkoušení probíhá v normálním zkušebním ovzduší. K měření smyčkovitosti byl použit přístroj Vitest.

Upínací délka je 250 mm. Upnutí nitě do upínacího zařízení se provádí s předpětím 5 mN/tex (0,5 g/tex). Pro naši potřebu bylo zvoleno předpětí 20 g. Příze bez ztráty zákrutu se nejprve protáhne pravou čelistí přístroje, odtud se vede do levé čelisti, která je umístěna v levé krajové poloze, upne se pravá čelist a na levý konec příze se zavěsí předpětí dle ČSN.

Pak se upne levá i pravá čelist. Přibližně do středu upnutého úseku se zavěsí zatěžovací závaží. Dle ČSN je stanoveno závaží o hmotnosti 1 g pro příze do jemnosti 50 tex. Stlačením pevného tlačítka se vozík převezde do pravé polohy. Smyčka se nechá zakroutit a vyčká se až do doby ustálení kývání zatěžovacího závaží. Klikou se pootočí, aby se zářezy unášecího kotoučku nacházely pod lopatkami zatěžovacího závaží. Počítadlo zákrutů se nastaví na 0. Unášecí kotouček se zvedne na doraz a zasunou se lopatky závaží do zářezů. Smyčka příze se za současné kontroly jehlou rozkroutí až do úplné rovnoběžnosti.

Na počítadle se odečte počet zákrutů, který je ještě nutné přepočítat na délku 1 m. Pro každý typ příze je provedeno tímto způsobem 25 měření. Získali jsme jednotlivé hodnoty smyčkovitosti pro každý typ příze (příloha č. 3).

Opětne bylo provedeno základní statistické testování. Po ověření dat byl vypočítán průměr a další statistické ukazatelé, jejichž výsledky jsou v tabulce 12.

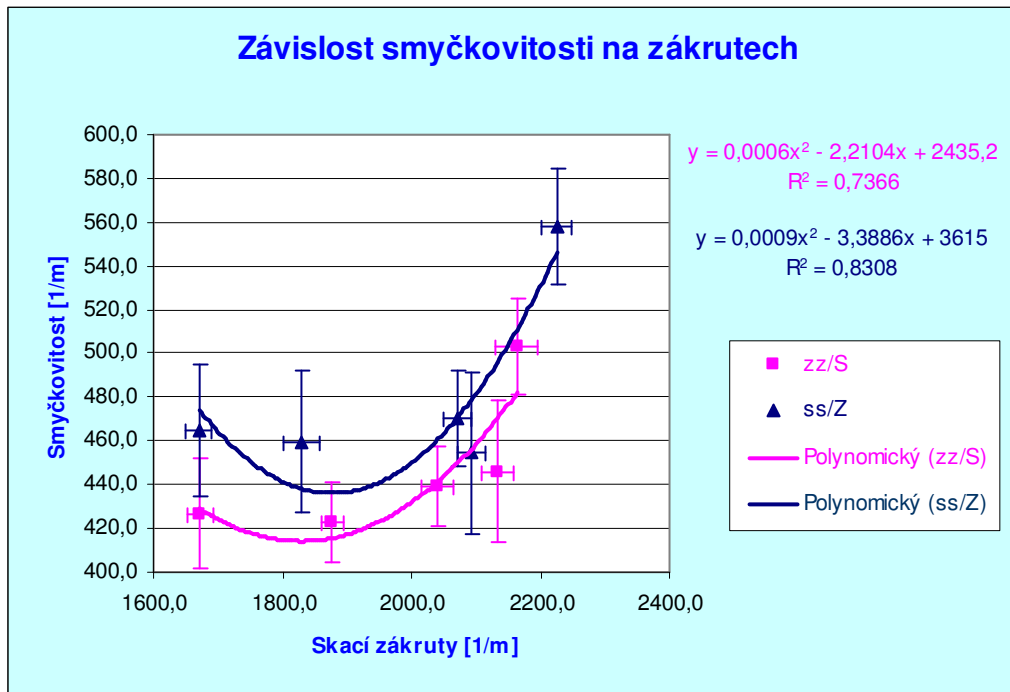
Tab. 12 Hodnoty smyčkovitosti

Jmenovitá hodnota skacích zákrutů [1/m]	Hodnota smyčkovitosti [1/m]	95% IS	Variační koeficient [%]
1650 zz/S	426,7	<401,7 ; 451,7>	14,93
1650 ss/Z	464,6	<434,4 ; 494,8>	16,59
1800 zz/S	422,6	<401,7 ; 451,7>	11,05
1800 ss/Z	459,7	<427,5 ; 491,9>	17,86
1950 zz/S	439,5	<421,1 ; 457,9>	10,66
1950 ss/Z	470,2	<448,6 ; 491,8>	11,69
2100 zz/S	445,9	<413,4 ; 478,4>	18,57
2100 ss/Z	454,4	<417,5 ; 491,3>	20,73
2250 zz/S	503,2	<480,9 ; 525,5>	12,12
2250 ss/Z	558,4	<531,9 ; 584,9>	11,32

Jak vyplývá z tabulky 12, hodnoty smyčkovitosti se zvyšují s rostoucími počty zákrutů. Oproti měření zákrutů se jednalo o náročnější zkoušku, jelikož příze značně smyčkovala a nebylo jednoduché upnout přízi tak, aby nedošlo při vedení do upínacího zařízení ke ztrátě zákrutů. Již při samotném měření byly zjištěny mnohem větší rozdíly mezi jednotlivými hodnotami, než tomu bylo u měření zákrutů. V některých případech byl u smyčkovitosti naměřen rozdíl ve výši 220 zákrutů na 1 m. Z hodnot variačního koeficientu, které se pohybují mezi 11 až 21 %, je možné usuzovat, že se jedná o větší variabilitu měření. V normě není stanoveno, jaký variační koeficient je přijatelný.

Jelikož se hodnoty smyčkovitosti od sebe značně odlišovaly, byla provedena další měření, kdy byly použity vzorky přízí z odlišných cívek, přesto se značná variabilita stejně projevila.

Již při průběhu měření se smyčkovitost nejevila jako vhodný parametr pro zjišťování závislostí. Jelikož ale bylo znatelné, že příze smyčkuje podle zvyšujících se zákrutů, byla závislost vynesena do grafu, který je zobrazen na obrázku 16.



Obr. 16 Graf závislosti smyčkovitosti na skacích zákrutech

Jak je vidět z obrázku 16, potvrdila se určitá závislost smyčkovitosti na zákrutech. Jedná se o polynomičnou funkci, kdy oproti obrázku 15 není grafem přímka, nýbrž parabola. Součástí grafu je kvadratická rovnice. Parabola má 1 vrchol. Je třeba si všimnout, že hodnota spolehlivosti je menší, ale i přesto ještě můžeme hovořit o poměrně dobrém přizpůsobení křivky datům. V grafu jsou rovněž zaneseny intervaly spolehlivosti, kdy lze porovnat odlišnosti mezi šířkami intervalů spolehlivosti u zákrutů a smyčkovitosti. Šíře intervalů jsou v případě zákrutů podstatně menší, než je tomu u smyčkovitosti.

Na základě těchto výsledků se bude ještě prověřovat, jak smyčkovitost ovlivňuje poměrné prodloužení, či elastickou deformaci obinadel.

6.3 Zjišťování skutečné jemnosti

Tato zkouška byla provedena spíše pro kontrolní ověření skutečné jemnosti, než za účelem zjišťování potřebných závislostí. Jelikož jsou příze seskány vysokým počtem zákrutů, bylo cílem ověřit, jakým způsobem se po seskání změnila jmenovitá hodnota

jemnosti. Zjišťování jemnosti proběhlo pásmovou metodou dle normy [1]. Měření bylo provedeno pro 20 vzorků pro každý typ příze. Ze zjištěné hmotnosti a délky pásma se vypočítá délková hmotnost dle vztahu (1), str. 11. Výsledné průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 13.

Tab. 13 Jemnost dvojmo skaných přízí

Jmenovitá hodnota skacích zákrutů [1/m]	Jemnost příze [tex]	95% IS	Variační koeficient [%]
1650 zz/S	44,07	<43,64 ; 44,50>	2,24
1650 ss/Z	44,35	<44,24 ; 44,46>	0,57
1800 zz/S	47,51	<47,36 ; 47,65>	0,70
1800 ss/Z	44,32	<44,13 ; 44,51>	0,97
1950 zz/S	48,14	<47,65 ; 48,63>	2,32
1950 ss/Z	49,59	<49,47 ; 49,71>	0,55
2100 zz/S	50,15	<49,82 ; 50,48>	1,50
2100 ss/Z	50,76	<50,46 ; 51,06>	1,35
2250 zz/S	48,11	<47,84 ; 48,38>	0,98
2250 ss/Z	51,43	<51,20 ; 51,65>	1,27

Z tabulky 13 vyplývá, že se zvyšujícími počty zákrutů se zvyšuje jemnost příze oproti počáteční jmenovité hodnotě, která činí 40 tex pro všechny typy přízí. Seskáním přízí dochází k růstu hmotnosti na jednotku délky. U přízí s nejvyššími zákruty se jemnost pohybuje okolo 50 tex, což představuje již znatelný rozdíl v porovnání s jmenovitou jemností.

6.4 Zjišťování parametru torze u přízí

Navrhnout postup a zařízení na měření torzního modulu dvojmo skaných vysoce kroucených přízí bylo jedním z úkolů této práce. Problematika torzní energie je v dosavadních výzkumech spojována zejména s obory ve strojírenství, nikoliv ve spojitosti s textilem. Najít vhodný způsob, jak měřit torzi v útvaru jakým je příze, není snadné, dosavadní popsané metody jsou velmi strohé.

Z článku [8] uvedeném v kapitole 1.4.3. na str. 22 vychází, že vhodnou metodou pro objektivní sledování torze je pozorování smyčkovitosti, metoda volné rotace a měření torze pomocí torzní pružiny nebo kyvadla. Na základě studia dostupných

materiálů a konzultací o nalezení, co možná nejvhodnějšího postupu k měření torze, se došlo k následujícím závěrům. Zjišťování smyčkovitosti bylo již provedeno a postup pro měření torze v přízi byl upraven a přizpůsoben podle dostupných informací o torzi našim možností.

Pro měření byla zvolena dynamická metoda - viz kapitola 1.4.2, prostřednictvím které dopočítáme modul torze ze vztahu (34) – str. 22. Na základě této metody není problém zjistit všechny veličiny s výjimkou momentu setrvačnosti J . Z toho důvodu bylo rozhodnuto uskutečnit pokus se svorkou a špejlí. Jak je popsáno v kapitole 1.4.2, při měření na základě dynamické metody neznáme hmotnost kývajícího se tělesa - tedy moment setrvačnosti J , ale řešením je přidání přívažku na hodnotu J' . Tento přívažek bude v našem pokusu představovat obyčejná špejle. Tím se prodlouží doba kyvu t torzního kyvadla na t' .

Pro upřesnění si popíšeme jednotlivé veličiny.

J moment setrvačnosti jen se svorkou, tuto veličinu hledáme

J' moment setrvačnosti svorky + špejle

J_0 moment setrvačnosti špejle – vyplývá ze vztahu (29)

Máme-li vztah (28) pro hledaný moment setrvačnosti, dosadíme do něj místo J' vztah (36). Dostáváme tuto rovnici:

$$J = \frac{t^2}{t'^2} (J + J_0) \quad (40)$$

Po úpravě a dosazení známého momentu setrvačnosti špejle získáme tento vztah:

$$J = \frac{ml^2}{12 \left(1 - \frac{t^2}{t'^2} \right)} \quad (41)$$

Touto úpravou byla získána rovnice pro námi hledaný moment setrvačnosti, která se dosadí do rovnice (34) pro výpočet modulu torze - str. 22. Získáme rovnici:

$$G = \frac{32 \cdot \pi l}{t^2 d^4} \cdot \frac{ml^2}{12 \left(1 - \frac{t^2}{t'^2} \right)} \quad (42)$$

Rovnici se upraví a získá se vztah:

$$G = \frac{8\pi.l_p.m.l^2}{3.d_p^4.t^2\left(1-\frac{t^2}{t'^2}\right)} \quad (43)$$

Tímto bychom měli vztah pro hledaný modul torze pomocí dynamické metody. Je zde ještě jedna veličina a to je d_p , která označuje průměr příze. Pro další zkoumání závislostí by bylo snadnější, kdyby se nemuselo s průměrem počítat. Z tohoto důvodu byla dosazena rovnice pro modul torze do vztahu (19):

$$K = \frac{\pi.d_p^4.8\pi.l_p.m.l^2}{32.l_p.3.d_p^4.t^2\left(1-\frac{t^2}{t'^2}\right)} \quad (44)$$

Úpravou vztahu (44) se získá konečná podoba rovnice pro výpočet parametru torze - torzní konstanty, neboli direkčního momentu.

$$K = \frac{\pi^2.m.l^2}{12t^2\left(1-\frac{t^2}{t'^2}\right)} \quad [\text{m}^2.\text{kg}.\text{s}^{-2}] \quad (45)$$

Tato rovnice zcela vyhovuje pro pokus se špejlí a svorkou, jelikož všechny veličiny jsou známy nebo existuje možnost je změřit. Důležité je, že úprava pomohla k tomu, že není nutné počítat s průměrem příze.

Direkční moment tedy bude další sledovanou vlastností pro určení závislostí mezi přízí a obvazem.

6.4.1 Postup pokusu se špejlí a svorkou

Zkoušené vzorky byly ponechány stejně jako u ostatních zkoušek v klimatizační komoře. Experiment byl proveden pomocí testovacího zařízení **INSTRON**, kterého bylo využito jen pro účely vhodného upnutí přízí do čelistí.

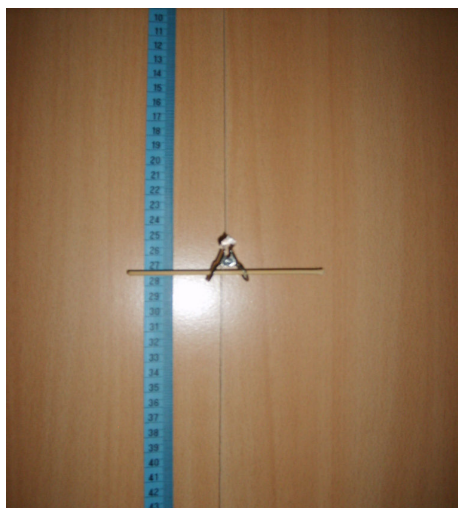
- 1) Upnutí příze do horní čelisti přístroje - upínací délka příze činila 50 cm.
- 2) Zvážení a následné připevnění svorky na přízi.

- 3) Svorka byla umístěna do středu příze, tedy ve vzdálenosti 25 cm od obou konců čelistí, jak je vidět na obr. 17



Obr. 17 Upevnění použité svorky na přízi

- 4) Upnutí příze do spodní čelisti přístroje, přičemž bylo nutné po celou dobu dbát na to, aby nedošlo k jejímu rozkroucení.
- 5) Ustálení příze.
- 6) Rukou se vychýlila svorka z rovnovážné polohy. Bylo důležité, aby výchylka nepřesáhla 30^0 , aby nedošlo k překroucení příze.
- 7) Začalo se pomocí stopek s měřením doby tří kyvů t . U běžných materiálů se doporučuje měření doby trvání deseti kyvů, což v případě našich přízí nebylo možné, jelikož příze s nižšími zákruty nedosáhly při měření s přívažkem špejle ani doby pěti kyvů a doba se nám prodloužila. Z tohoto důvodu byla jako optimální zvolena doba trvání pro vykonání tří kyvů.
- 8) Výsledný čas byl zaznamenán jako veličina t .
- 9) Jako přívažek byla použita již zmiňovaná špejle. Tato špejle měla pro všechna měření délku 10 cm. Před každým měřením bylo nezbytné pro další výpočty zvážit hmotnost špejle.



Obr. 18 Přidání přivažku pomocí špejle

- 10) Špejle se upevnila ke svorce, nechala se ustálit příze a postupovalo se stejným způsobem jako v bodech 6, 7, 8. Po každém měření se zaznamenaly hodnoty, které byly označeny jako t' .
- 11) Takto se proměřilo vždy dvacet vzorků pro jednotlivé příze s různými počty zákrutů.
- 12) Získali jsme tabulku naměřených hodnot, viz příloha č. 4.
- 13) Všechny hodnoty uvedené v tabulce 14 jsou přepočítané na dobu jednoho kyvu a jedná se o průměrné hodnoty pro jednotlivá měření.

Tab. 14 Tabulka naměřených kyvů

Jmenovitá hodnota skacích zákrutů [1/m]	Doba 1 kyvu bez přivažku t [s]	Doba 1 kyvu s přivažkem t' [s]
1650 zz/S	3,39 <3,35 ; 3,42>	4,69 <4,66 ; 4,73>
1650 ss/Z	3,56 <3,45 ; 3,66>	4,55 <4,47 ; 4,55>
1800 zz/S	3,12 <3,08 ; 3,16>	4,32 <4,29 ; 4,36>
1800 ss/Z	3,15 <3,05 ; 3,25>	3,95 <3,83 ; 3,95>
1950 zz/S	2,79 <2,75 ; 2,83>	3,98 <3,94 ; 4,02>
1950 ss/Z	2,69 <2,65 ; 2,74>	3,59 <3,55 ; 3,59>
2100 zz/S	2,62 <2,57 ; 2,66>	3,63 <3,57 ; 3,69>
2100 ss/Z	2,57 <2,53 ; 2,62>	3,36 <3,28 ; 3,36>
2250 zz/S	2,46 <2,42 ; 2,50>	3,23 <3,18 ; 3,27>
2250 ss/Z	2,32 <2,27 ; 2,37>	3,05 <3,02 ; 3,05>

Na základě výsledků uvedených v tabulce 14 je možné konstatovat, že čím je vyšší počet zákrutů, tím se snižuje doba pro vykonání 1 kyvu. To platí shodně u přízí bez přivažku, tak s přivažkem. Tato jevící se závislost nebude nikterak dále rozebírána, jelikož naměřené hodnoty budou použity pro výpočet direkčního momentu a teprve tehdy budou řešeny případné závislosti.

6.4.2 Výpočet direkčního momentu přízí

Výpočet direkčního momentu byl proveden pomocí rovnice (45), str. 48. Nezbytné bylo zjistit, jaká je délka špejle l a hmotnost m . Tyto veličiny byly přeměřovány vždy před každým novým měřením. Průměrná hmotnost činila 0,27 g a délka špejle byla 0,1 m. Veličiny t a t' byly získány z tabulky 14. Výpočet byl proveden pro každý druh příze zvlášť. Tímto způsobem byla dopočítána data, která jsou součástí tabulky 15.

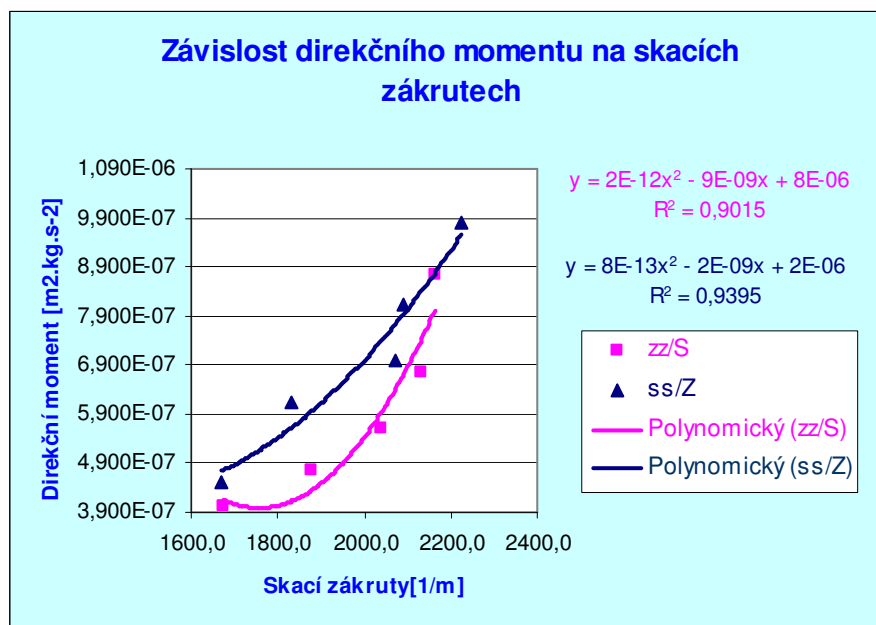
Tab. 15 Direkční moment přízí

Jmenovitá hodnota skacích zákrutů [1/m]	Direkční moment [$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$]
1650 zz/S	4,037E-07
1650 ss/Z	4,504E-07
1800 zz/S	4,763E-07
1800 ss/Z	6,155E-07
1950 zz/S	5,605E-07
1950 ss/Z	6,996E-07
2100 zz/S	6,750E-07
2100 ss/Z	8,134E-07
2250 zz/S	8,754E-07
2250 ss/Z	9,796E-07

Z tabulky 15 je zřetelně vidět, že hodnoty direkčního momentu jsou řádově velmi nízké. Společně se zvyšujícími se počty zákrutů se zvyšuje direkční moment.

6.4.3 Závislost direkčního momentu na počtu zákrutů

Jak již bylo zmíněno, dochází ke zvyšování direkčního momentu spolu se zákruty. Jako v předešlých případech bude vyjádřena závislost pro lepší přehlednost pomocí bodového grafu.

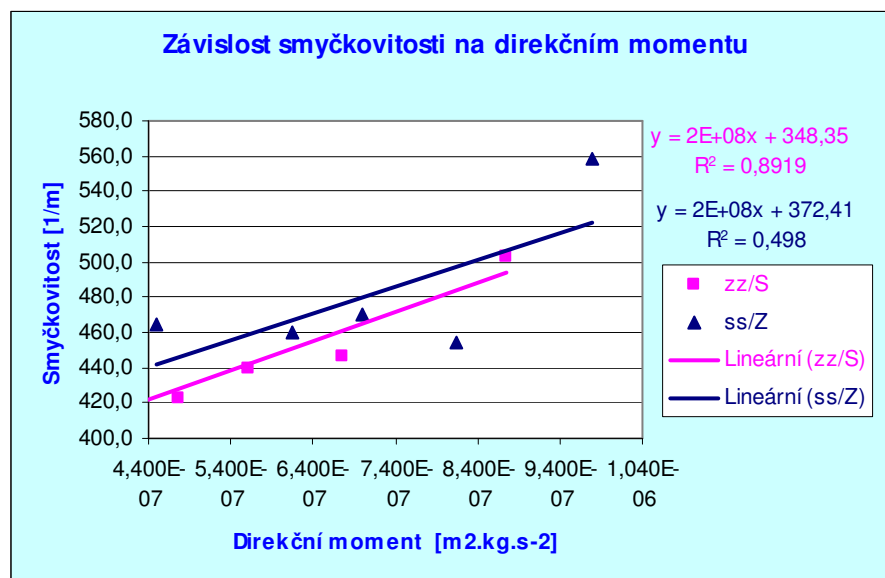


Obr. 19 Graf závislosti direkčního momentu na počtu skacích zákrutů

Na obrázku 19 je zachycena závislost direkčního momentu a zákrutů. Jedná se o polynomickou funkci, kdy grafem funkce je opět parabola. Součástí je kvadratická rovnice. Koeficient determinace je blízký 1 a to o trochu více u přízí se zákruty ss/Z. V případě opačných zákrutů je tento koeficient nižší, což je zajímavé, jelikož doposud vykazovaly lepší výsledky příze se směrem zakroucení zz/S. Můžeme hovořit o poměrně dobrém přizpůsobení křivky datům, jenž vychází lépe než v případě, kdy by data byla proložena přímkou.

6.4.4 Závislost smyčkovitosti na direkčním momentu

V rámci sledování závislostí mezi jednotlivými vlastnostmi, které mají následně ovlivnit parametry ob vazů, budou provedena ještě testování, zda-li je nějaká závislost mezi tím, jak hodně příze smyčkuje a mezi direkčním momentem přízí. Na obrázku 20 je vidět, že v tomto případě již nelze hovořit o lineární závislosti. Ještě u zákrutů zz/S je koeficient determinace poměrně vysoký, ale u přízí s opačnými zákruty je toto číslo velmi nízké. O něco lepších výsledků by bylo dosaženo tehdy, kdyby v případě zákrutů se směrem zakroucení ss/Z, byla proložena data kvadratickou funkcí.



Obr. 20 Graf závislosti smyčkovitosti na direkčním momentu

Z obrázku 20 je znatelné, že smyčkovitost, u které dochází ke značným odchylkám u jednotlivých naměřených hodnot, nebude příliš reprezentativní vlastností pro sledování dalších závislostí.

Přesto bude smyčkovitost použita pro účely dalšího zkoumání. Otázkou zůstává, zda-li to bude vhodný parametr použitelný z hlediska praktického pro společnost Lohmann & Rauscher, která standardně měření smyčkovitosti neprovádí.

6.5 Párové porovnání vlastností přízí se zákruty zz/S a ss/Z

Cílem těchto porovnávání bylo zjistit, zda-li by regresní modely mohly být sestaveny z vlastností přízí se zákruty zz/S a ss/Z dohromady, nebo jestli bude nutné provést vyjádření regresních modelů pro každý typ přízí zvlášť.

Porovnání dvou výběrů bylo provedeno pro podrobnou analýzu dvou datových souborů. Účelem bylo ověřit, zda dva soubory naměřených dat mají shodná rozdělení, shodné střední hodnoty a rozptyly. Z dvou možných postupů analýzy bylo zvoleno porovnání dvou nezávislých výběrů.

Tato porovnání byla provedena pouze u naměřených dat v případě smyčkovitosti a počtu zákrutů, direkční moment byl z porovnávání vynechán, jelikož se jednalo o dopočítávané hodnoty.

Párové porovnávání bylo testováno pro příze se zákruty zz/S a ss/Z.

V případě porovnávání zákrutů měly shodná rozdělení, shodné střední hodnoty a rozptyly pouze příze s počty zákrutů 1650 1/m. Příze s vyššími zákruty měly již tato rozdělení rozdílná.

V případě smyčkovitosti bylo dosaženo shodných výsledků stejně jako u zákrutů u přízí 1650 z 1/m.

Z tohoto vyplývá, že jednotlivé příze nedosahují shodných výsledků a jednotlivé naměřené hodnoty pro příze s opačnými zákruty nemohou být zaměněny. Tímto způsobem tedy nemůžeme zaměnit příze se zákruty zz/S s přízemi, které jsou skané s opačnými směry zákrutů.

Pomocí párového testování se dospělo k závěru, že bude nezbytné vytvořit regresní modely pro každý typ přízí zvlášť.

7 Sledování závislostí parametrů bavlněných ob vazů na navržených vlastnostech dvojmo skaných přízí

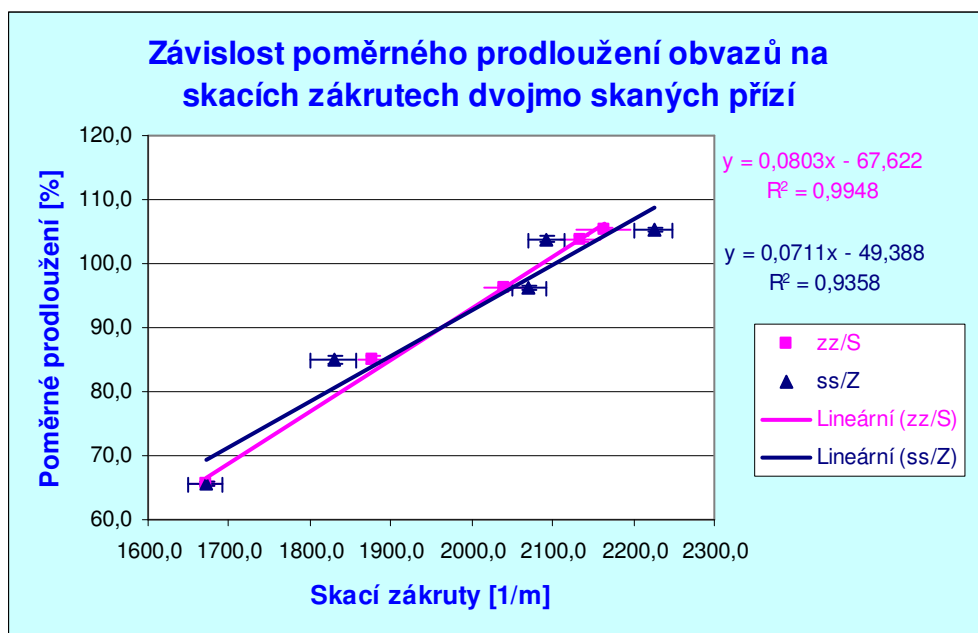
Pomocí dosavadních zkoumání a měření bylo stanoveno, že pro hledání parametrů ob vazů, které jsou ovlivněny vlastnostmi přízí, budou provedena grafická zpracování těchto závislostí:

- závislost poměrného prodloužení na zákrutech
- závislost poměrného prodloužení na směrním momentu
- závislost poměrného prodloužení na smyčkovitosti
- závislost elastické deformace na zákrutech
- závislost elastické deformace na směrním momentu
- závislost elastické deformace na smyčkovitosti

Předem je možné očekávat, že nejvhodnější vlastností budou počty zákrutů, dále pak velikost směrního momentu - torzní konstanty a uvidí se, jak se u jednotlivých parametrů bude chovat smyčkovitost. Na základě zjištěných výsledků dojde k pokusu sestavit vhodné lineární regresní modely.

7.1 Závislost poměrného prodloužení na počtu skacích zákrutů

Z naměřených hodnot byl sestaven graf, který je na obrázku 21.

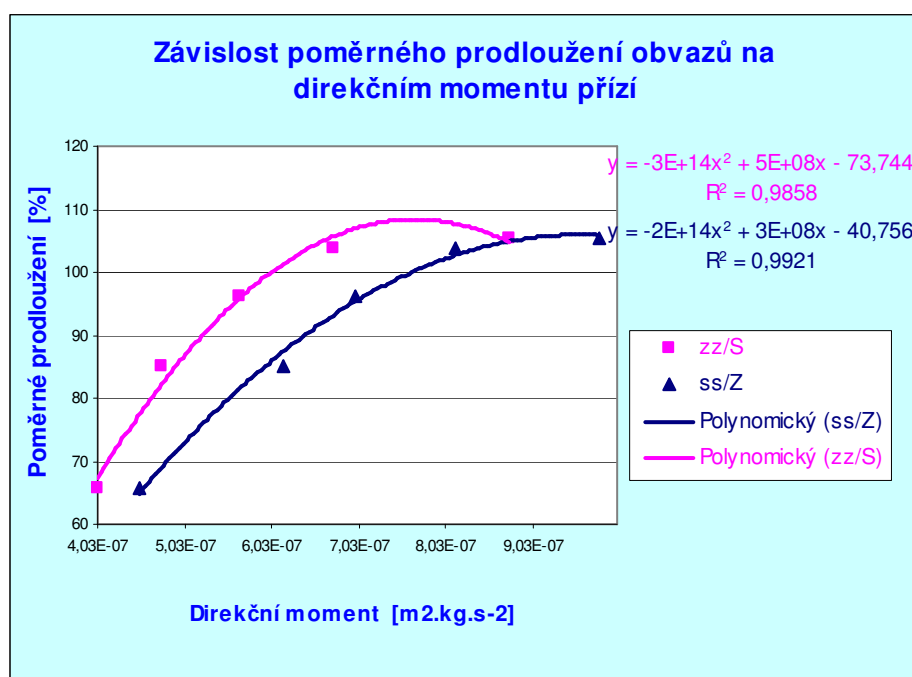


Obr. 21 Graf závislosti poměrného prodloužení ob vazů na skacích zákrutech dvojmo skaných přízí

Z obrázku 21 je vidět lineární závislost pro poměrné prodloužení obinadel na počtu skacích zákrutů. Koeficient determinace je téměř 1, zejména u zákrutů zz/S. U opačných zákrutů je číslo o něco menší, ale stále se jedná o zanedbatelné odchýlení. Z tohoto výsledku je možné konstatovat, že velikost poměrného prodloužení se zvyšuje lineárně se zvyšujícími se počty skacích zákrutů, tudíž zákruty splňují očekávaný předpoklad, a jsou onou hledanou vlastností pro ovlivnění, v tomto případě alespoň parametru týkajícího se poměrného prodloužení.

7.2 Závislost poměrného prodloužení na směrném momentu - torzní konstantě

Další vlastností pro hledání závislostí je směrný moment. Jak můžeme vidět na obrázku 22, potvrdilo se očekávání ohledně vlivu směrného momentu na poměrné prodloužení obvazu. Je zde výrazná závislost, dobré přizpůsobení křivky jednotlivým datům. Koeficient determinace se blíží téměř 1.

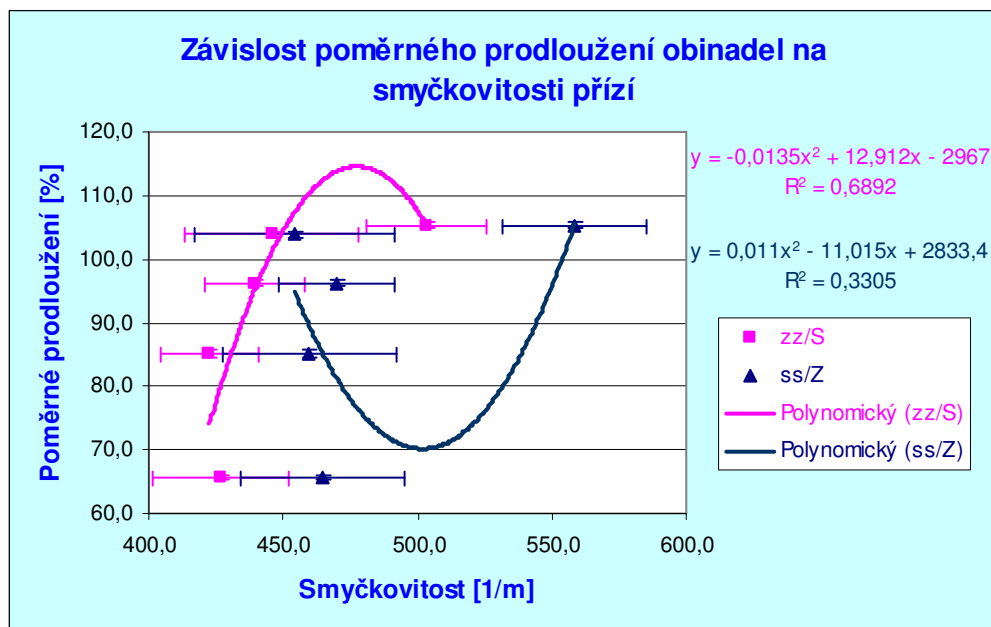


Obr. 22 Graf závislosti poměrného prodloužení obvazů na směrném momentu

Tento graf pochopitelně odpovídá závislosti směrného momentu na skacích zákrutech viz obr. 19, str. 52, která má shodný polynomický charakter. Výsledná shoda souvisí s lineární závislostí poměrného prodloužení obvazů na počtu skacích zákrutů.

7.3 Závislost poměrného prodloužení ob vazů na smyčkovitosti

Poslední vlastností, která byla zvolena pro experiment je smyčkovitost. Z dosavadních výsledků se očekává menší závislost, než je tomu v případě dvou předchozích vlastností. Pro porovnání bude sestrojen na základě naměřených dat graf, který je uveden na obrázku 23.



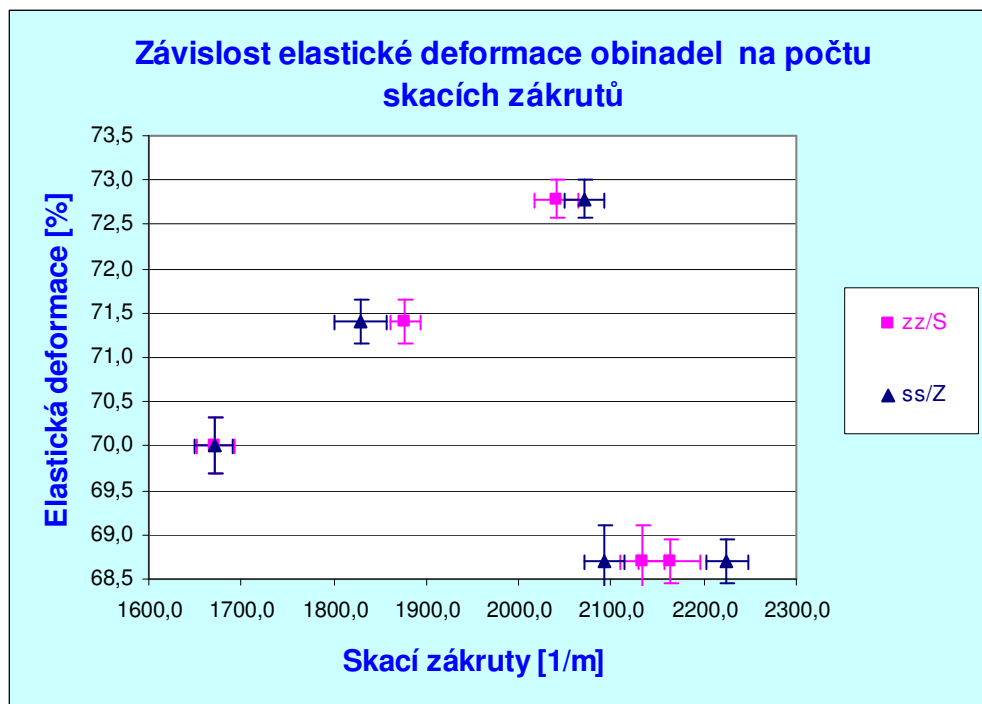
Obr. 23 Závislost poměrného prodloužení ob vazů na smyčkovitosti přízí

Z grafického znázornění je zřejmé, že nelze hovořit o závislosti poměrného prodloužení ob vazů na smyčkovitosti. Zejména u přízí se zákruty ss/Z je vidět velmi špatné přizpůsobení křivky jednotlivým datům. Je možné rovněž konstatovat, že hranice intervalů spolehlivosti jsou mnohem více vzdáleny, než je tomu v případě zákrutů. Splnil se očekávaný předpoklad, že smyčkovitost není vhodnou veličinou pro prokazování závislosti mezi parametrem ob vazů a vlastností příze.

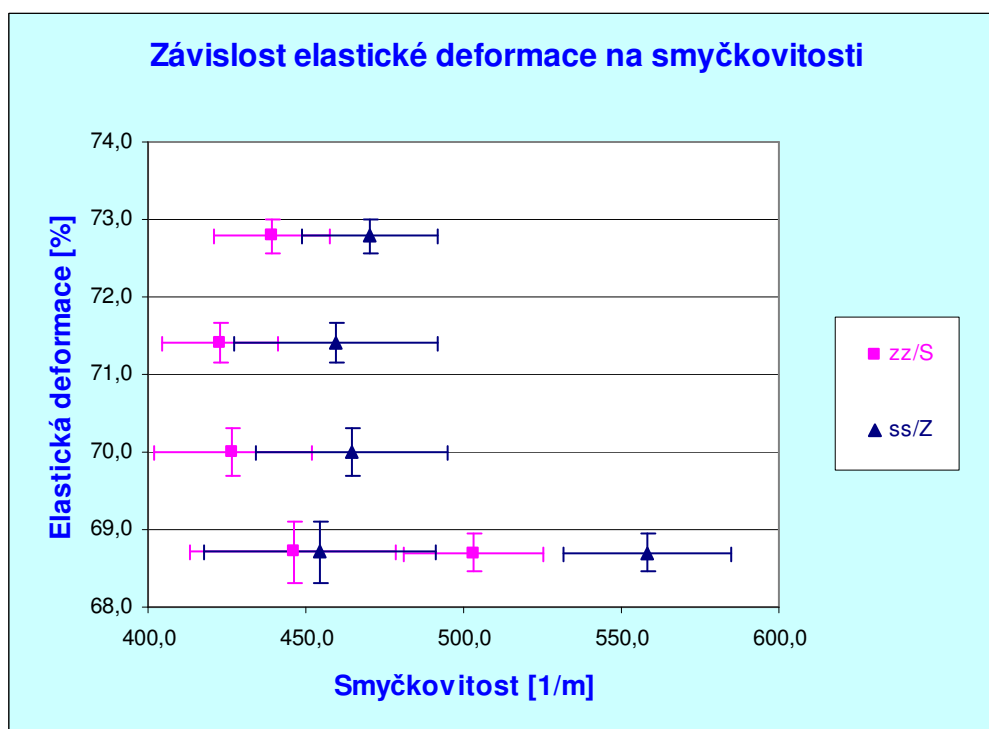
7.4 Závislost elastické deformace na jednotlivých vlastnostech

Poté, co byly naměřeny a dopočítány hodnoty elastické deformace – viz vztah (39), str. 34, bylo zjištěno, že tyto hodnoty rostou úměrně se zvyšujícími se počty zákrutů a při 2100 1/m dojde k zřetelnému poklesu (obr. 8, str. 37). Může se vycházet z toho, že v případě elastické deformace efektivita zakrucování roste do 1950 1/m, pak poklesne a jeví se jako konstantní.

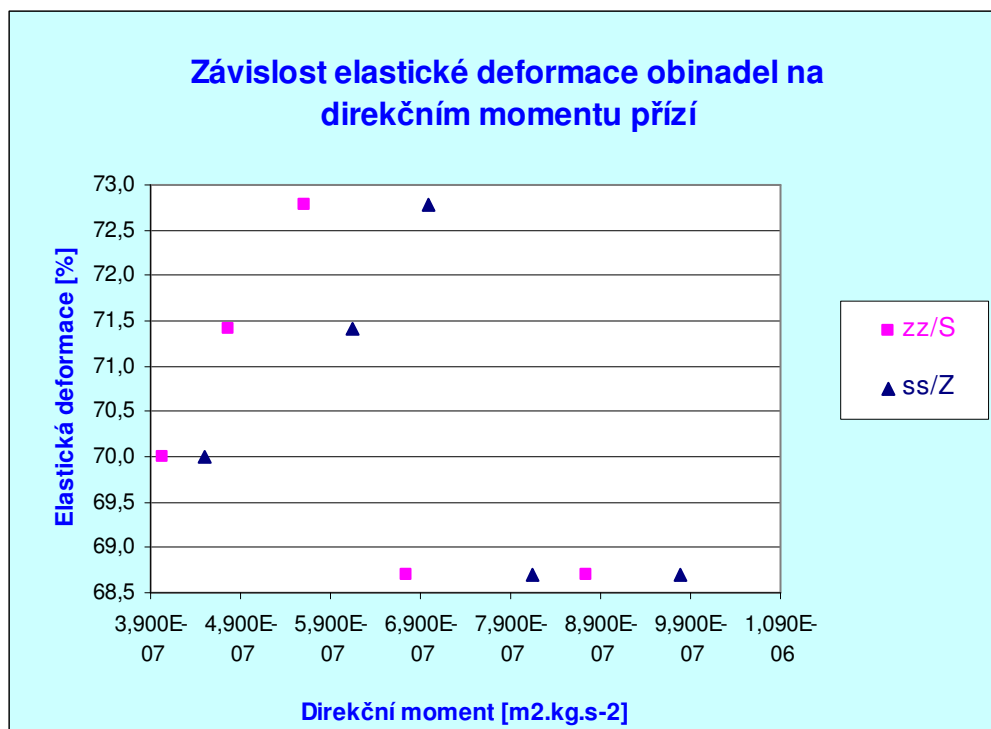
Z hlediska výrobních možností není možné zjistit, jak by se hodnota elastické deformace měnila se zvyšujícím se počtem zákrutů. Proto jednotlivé hodnoty budou vyneseny do následujících grafů.



Obr. 24 Závislost elastické deformace obinadel na skacích zákrutech přízí



Obr. 25 Závislost elastické deformace obinadel na smyčkovitosti přízí



Obr. 26 Závislost elastické deformace obinadel na direkčním momentu přízí

Na obrázcích 24, 25, 26 jsou znázorněny závislosti elastické deformace na zvolených vlastnostech. Z grafů je znatelné, že již zmiňovaný náhlý pokles elastické deformace způsobí problém v zjišťování potřebných závislostí.

Při tvorbě regresního modelu by se nechalo použít k jeho sestavení jen tři hodnoty pro obvazy s nejnižšími počty zákrutů, kde je možné sledovat lineární závislost, ale z hlediska praktického využití by tento model neměl žádný význam, jelikož norma nepripouští vyrábět obvazy s takto nízkými počty zákrutů. Na základě dosavadních výsledků bude pro další testování použit pouze parametr poměrného prodloužení ob vazů.

8 Sestrojení vhodného typu regresních modelů

Cílem analýzy je zjištění vztahu mezi závisle proměnnou veličinou – v našem případě bylo zvoleno poměrné prodloužení a nezávisle proměnnými veličinami (zákruty, smyčkovitost, parametr torze - direkční moment). Důležité bylo najít vhodnou regresní přímku, jejíž parametry jsou tvořeny na základě dat .

Parametr elastické deformace byl z testování vyloučen na základě dosavadních nevyhovujících výsledků – viz kapitola 7.4. Za nezávisle proměnné veličiny byly ponechány všechny tři zvolené vlastnosti, i když bylo z grafického zpracování znatelné, že smyčkovitost nevykazuje dobré výsledky.

Pro výpočet regrese se všemi možnými kombinacemi vybraných nezávisle proměnných byla nejprve použita metoda Stepwise All. Pomocí této metody byla získána tři kritéria kvality regrese - F-kritérium (FIS), Akaikovo informační kritérium (AIC) a střední kvadratická chyba predikce (MEP), která mají dopomoci k výběru optimálního typu modelu.

Dále byla použita metoda nejmenších čtverců. Důležitou vlastností v této metodě je, že náhodné chyby mají konstantní a konečný rozptyl. Jedná se tedy o homoskedastický případ. Tuto podmínku zadaná data vždy splnila.

Důležitým výstupem byly závěry *F-testu* o významnosti koeficientu determinace R^2 a výsledky *t-testu* o významnosti jednotlivých parametrů.

Ponechání všech tří zvolených vlastností v modelu bylo zamítnuto, všechny výsledky byly nevyhovující. Z toho důvodu byla testována závislost poměrného prodloužení na dvou vlastnostech v různých kombinacích.

V případě testování závislosti poměrného prodloužení na smyčkovitosti a direkčním momentu byl model nevýznamný stejně jako v případě závislosti na direkčním momentu spolu se zákrutami.

Zajímavého výsledku bylo dosaženo při testování závislosti poměrného prodloužení na počtu zákrutů a smyčkovitosti současně. Významný F-test, testy parametrů jsou nevýznamné u jedné proměnné, kterou je smyčkovitost. Jedná se o situaci, kdy celkově nám model vyhovuje pro přijetí a přitom proměnná není významná. To je také příčinou tzv. *multikolinearity*, která při testování vyšla. Přítomnost multikolinearity nemusí znamenat, že se jedná o špatný model. Možnou příčinou jsou polynomicke modely. A to je právě náš případ. Na obrázku 16, str. 45, je grafické znázornění závislosti smyčkovitosti na zákrutech, kde se jedná o kvadratický polynom.

To, jestli se jedná o vhodný, či nevhodný model s ohledem na výskyt multikolinearity nám pomůže posoudit Scottova testační charakteristika. V našem případě je hodnota charakteristiky 0,4, což znamená, že model je z hlediska multikolinearity málo vyhovující a je vhodné jej dále vyloučit.

Na základě dosavadních nepřilíš vyhovujících výsledků bylo provedeno testování závislosti poměrného prodloužení ob vazů na každé vlastnosti příze zvlášť.

1) Vztah mezi poměrným prodloužením obinadel a direkčním momentem přízí.

Přestože dosavadní grafická zpracování ukazovala poměrně dobrou závislost mezi těmito veličinami a direkční moment se jevil jako vhodný pro sestrojení regresního modelu, provedené metody tuto vlastnost vyloučily.

F-test významnosti modelu vyšel jako nevýznamný a všechny ostatní testy byly nevýznamné, proto byl direkční moment vyloučen a provedla se testování zbylých dvou vlastností.

2) Vztah mezi poměrným prodloužením obinadel a smyčkovitostí přízí

V tomto případě se jenom potvrdil předpoklad o nevhodnosti použití smyčkovitosti pro sestrojení modelu, jehož špatné výsledky se daly očekávat na základě problémů spojených s měřením daného parametru příze (viz kapitola 6.2) a rovněž na základě dosavadních provedených grafických znázornění závislostí.

F-test významnosti modelu byl v případě smyčkovitosti opět nevýznamný a současně ostatní ukazatelé byly nevýznamné, proto i smyčkovitost byla vyloučena z testování.

3) Vztah mezi poměrným prodloužením a zákrut

V tomto případě bylo konečně dosaženo pozitivního výsledku. F-test významnosti modelu byl významný a současně všechny ostatní testy jsou významné. Model je tedy vhodný pro vystižení variability závisle proměnné. Koeficient determinace je v případě zákrutů zz/S 0,99, u opačných zákrutů činí 0,94.

Na základě provedených testů a dosažených výsledků byla sestavena rovnice pro hledanou regresní přímku, která má tvar:

➤ pro příze se zákruty zz/S

Poměrné prodloužení obinadel = 0,0803 · (počet skacích zákrutů zz/S) - 67,622

➤ pro příze se zákruty ss/Z

Poměrné prodloužení obinadel = 0,0711 · (počet skacích zákrutů ss/Z) - 49,388

Dosazením příslušného počtu zákrutů, podle směru zakroucení přízí, do těchto rovnic lze dopočítat hodnotu poměrného prodloužení, tedy parametru, který je důležitou vlastností u používaných obinadel ***Idealbinden*** a který společnost Lohmann & Rauscher musí dodržovat v normou předepsaných tolerancích. To znamená, že před samotnou výrobou obinadel lze stanovit na základě počtu zákrutů dvojmo skaných přízí, jaké bude výsledné poměrné prodloužení obinadel.

Je nutné zmínit, že obvazy byly sledovány před samotným rolováním, tudíž hodnoty vypočítané z rovnic se následně po rolování ještě změní.

9 Závěr

V této práci byl proveden experiment, zaměřený na sledování závislostí mezi vlastnostmi dvojmo skaných přízí a výsledných ob vazů. Cílem bylo zjistit, které vlastnosti dvojmo skaných přízí ovlivňují dva výsledné parametry ob vazů (poměrné prodloužení a elastickou deformaci).

Mezi testované vlastnosti byly zvoleny počty zákrutů, smyčkovitost a parametr torze - direkční moment. Jednotlivé vlastnosti byly měřeny na základě norem ČSN a postup pro měření direkčního momentu přízí byl odvozen na základě dosud prováděných měření torzní energie, přičemž byl celý postup přizpůsoben s ohledem na materiál, kterým je příze a s ohledem na možnost získat pro výpočty jednotlivé veličiny. Obinadla byla proměřována na základě interních norem firmy Lohmann & Rauscher.

Byla provedena měření jednotlivých závislostí, statisticky byly tyto veličiny zpracovány a na základě výsledků se sestavila grafická znázornění pro všechny jevíci se závislosti (viz kapitola 7).

Ze zvolených vlastností bylo dosaženo nejlepších výsledků pro závislosti počtu zákrutů. Smyčkovitost přízí byla společně s direkčním momentem zamítnuta. Z tohoto důvodu byla také sestrojena regresní přímka pouze pro závislost mezi zákrutou a poměrným prodloužením.

Druhým parametrem, který byl u ob vazů sledován, byla elastická deformace. Tuto veličinu nebylo možné k vytvoření vhodného typu regresního modelu použít, protože v průběhu měření byly zaznamenány nevhodné výsledky pro sledování závislostí (viz obr. 8, str. 37), kdy nejprve dochází ke konstantnímu růstu elastické deformace a při dosažení počtu zákrutů 2100 1/m k následnému poklesu. Tento pokles nelze dále zmapovat, jelikož příze se zákruty 2250 1/m představují výrobní maximum. Bylo by možné sestavit regresní model pouze z hodnot obinadel utkaných z přízí s nejnižšími zákrutami, ale z hlediska praktického využití by tento model postrádal smysl, jelikož společnost je omezena dodržením normy, která udává, že není možné utkat ob vazy s nižšími počty zákrutů než je 1800 1/m.

Na základě provedených pozorování a dosažených výsledků je možné společnosti Lohmann & Rauscher navrhnout výrobu obinadel *Idealbinden* z dvojmo skaných přízí se zákrutou 2100 1/m. Všechna naměřená data u těchto přízí splňují normou stanovené tolerance a příze se jeví jako vhodné pro výrobu elastických obinadel, přičemž ze strany společnosti by příze s nižšími zákrutami znamenaly zvýšení

efektivitu práce, snížení nákladů i urychlení celého výrobního procesu. Stojí za zvážení, zda tedy nesnížit počty zákrutů u dvojmo skaných přízí, které mají stejně dobrou vykazovací schopnost, jako doposud používané příze s počty zákrutů 2250 1/m. Podobná, stejně hustá struktura obvazů, utkaných z dvojmo skaných přízí se zákruty 2100 a 2250 1/m, je viditelná z obrázků na str. 38, na kterých je také znázorněn téměř shodný sklon osnovních nití vzhledem k niti útkové. V obou případech činí úhel sklonu přibližně 46° .

Závěrem je možné ještě doporučit změnu v používání termínů u pružnosti a relaxace na poměrné prodloužení a elastickou deformaci, které jsou používány v této práci a z hlediska textilní terminologie se jeví jako přesnější a současně více odpovídají údajům používaným německou normou DIN 61 632.

10 Použitá literatura

- [1] ČSN EN ISO 2060: Textilie. Nitě v návinech. Zjišťování jemnosti (délkové hmotnosti) pásmovou metodou.
- [2] ČSN EN ISO 2061: Textilie – Zjišťování zákrutů nití – Metoda přímého počítání
- [3] STANĚK, J.: Nauka o textilních materiálech. Díl I., část 4. Vlastnosti délkových a plošných textilií. Skripta VŠST. Liberec, 1986.
- [4] Kovačič, V.: Kapitoly z textilního zkušebnictví. TUL, květen 2004
- [5] Meloun, M., Militký, J.: Kompendium statistického zpracování dat – metody a řešené úlohy včetně CD. Praha, Academia, 2002
- [6] DIN 61 632: Idealbinden
- [7] DIN 53 851: Prüfung von Textilien; Bestimmung der Länge und Breite von textilen Flächengebilden
- [8] Tavanai, H., Denton, M. J., Tomka, J. G., Textile Institute, 1996, 87 Part 1, No.1
- [9] Denton, M. J., J. Text. Inst., 1975, 66, 80
- [10] Interní materiály společnosti Lohmann & Rauscher
- [11] Havránek, A.: Klasická mechanika II. Kontinuum. Karolinum Praha, leden 2003.
- [12] Ursíny, P.: PŘEDENÍ II., TUL, prosinec 2001
- [13] Zajíc, J.: Návod k laboratorním cvičením z fyziky 1, Pardubice, 2006

11 Přílohy

Příloha č.1 Naměřené hodnoty obinadel

IB 1650 1/m

	Hmotnost (g)	Šíře (cm)	Délka L0 (m)	Délka L1 (m)	Pružnost (%)	Délka L2 (m)	Relax (%)	Pl. hm. nap. (g/m ²)	Pl. hm. nenap. (g/m ²)
1.	42,1	10,1	2,00	3,30	65,0	2,40	69,2	126,3	208,4
2.	42,4	10,1	2,00	3,32	66,0	2,39	70,5	126,4	209,9
3.	42,3	10,1	2,00	3,31	65,5	2,38	71,0	126,5	209,4
4.	43,0	10,1	2,00	3,37	68,5	2,49	64,2	126,3	212,9
5.	42,0	10,1	2,00	3,30	65,0	2,39	70,0	126,0	207,9
6.	42,2	10,1	2,00	3,29	64,5	2,37	71,3	127,0	208,9
7.	42,2	10,1	2,00	3,30	65,0	2,39	70,0	126,6	208,9
8.	42,4	10,1	2,00	3,31	65,5	2,40	69,5	126,8	209,9
9.	42,1	10,1	2,00	3,31	65,5	2,39	70,2	125,9	208,4
10.	41,8	10,1	2,00	3,27	63,5	2,38	70,1	126,6	206,9
11.	42,1	10,1	2,00	3,31	65,5	2,39	70,2	125,9	208,4
12.	42,1	10,1	2,00	3,30	65,0	2,38	70,8	126,3	208,4
13.	42,3	10,1	2,00	3,32	66,0	2,41	68,9	126,1	209,4
14.	41,9	10,1	2,00	3,30	65,0	2,39	70,0	125,7	207,4
15.	41,9	10,1	2,00	3,29	64,5	2,39	69,8	126,1	207,4
16.	42,4	10,2	2,00	3,30	65,0	2,36	72,3	126,0	207,8
17.	42,5	10,2	2,00	3,35	67,5	2,42	68,9	124,4	208,3
18.	42,4	10,2	2,00	3,35	67,5	2,42	68,9	124,1	207,8
19.	42,6	10,1	2,00	3,36	68,0	2,43	68,4	125,5	210,9
20.	42,2	10,1	2,00	3,33	66,5	2,40	69,9	125,5	208,9
21.	43,2	10,3	2,00	3,35	67,5	2,39	71,1	125,2	209,7
22.	42,3	10,2	2,00	3,34	67,0	2,41	69,4	124,2	207,4
23.	42,2	10,2	2,00	3,34	67,0	2,42	68,7	123,9	206,9
24.	42,1	10,1	2,00	3,32	66,0	2,41	68,9	125,6	208,4
25.	42,0	10,2	2,00	3,32	66,0	2,40	69,7	124,0	205,9
26.	42,4	10,1	2,00	3,35	67,5	2,43	68,1	125,3	209,9
27.	42,8	10,1	2,00	3,36	68,0	2,43	68,4	126,1	211,9
28.	42,1	10,2	2,00	3,31	65,5	2,37	71,8	124,7	206,4
29.	42,5	10,2	2,00	3,36	68,0	2,42	69,1	124,0	208,3
30.	42,2	10,2	2,00	3,32	66,0	2,40	69,7	124,6	206,9
31.	41,7	10,3	2,00	3,25	62,5	2,35	72,0	124,6	202,4
32.	42,3	10,3	2,00	3,30	65,0	2,38	70,8	124,4	205,3
33.	42,2	10,3	2,00	3,28	64,0	2,37	71,1	124,9	204,9
34.	42,9	10,3	2,00	3,33	66,5	2,40	69,9	125,1	208,3
35.	42,6	10,4	2,00	3,30	65,0	2,38	70,8	124,1	204,8
36.	42,6	10,4	2,00	3,31	65,5	2,40	69,5	123,8	204,8
37.	42,5	10,3	2,00	3,32	66,0	2,41	68,9	124,3	206,3
38.	42,5	10,4	2,00	3,30	65,0	2,39	70,0	123,8	204,3
39.	42,0	10,3	2,00	3,28	64,0	2,39	69,5	124,3	203,9
40.	41,7	10,3	2,00	3,25	62,5	2,36	71,2	124,6	202,4
41.	41,7	10,2	2,00	3,26	63,0	2,38	69,8	125,4	204,4
42.	42,0	10,4	2,00	3,28	64,0	2,36	71,9	123,1	201,9
43.	41,4	10,4	2,00	3,23	61,5	2,40	67,5	123,2	199,0
44.	42,3	10,3	2,00	3,30	65,0	2,37	71,5	124,4	205,3
45.	42,5	10,4	2,00	3,30	65,0	2,38	70,8	123,8	204,3
46.	42,7	10,4	2,00	3,34	67,0	2,43	67,9	122,9	205,3
47.	42,2	10,4	2,00	3,30	65,0	2,38	70,8	123,0	202,9
48.	42,2	10,3	2,00	3,30	65,0	2,38	70,8	124,2	204,9
49.	42,4	10,3	2,00	3,34	67,0	2,41	69,4	123,2	205,8
50.	42,4	10,4	2,00	3,29	64,5	2,37	71,3	123,9	203,8
Ø	42,3	10,2	2,00	3,31	65,5	2,39	69,9	125,0	206,9

IB 1800 1/m

	Hmotnost (g)	Šíře (cm)	Délka L0 (m)	Délka L1 (m)	Pružnost (%)	Délka L2 (m)	Relax (%)	Pl. hm. nap. (g/m ²)	Pl. hm. nenap. (g/m ²)
1.	48,3	10,0	2,00	3,76	88,0	2,54	69,3	128,5	241,5
2.	47,4	10,1	2,00	3,66	83,0	2,47	71,7	128,2	234,7
3.	48,1	9,9	2,00	3,72	86,0	2,49	71,5	130,6	242,9
4.	47,9	10,0	2,00	3,71	85,5	2,51	70,2	129,1	239,5
5.	48,2	10,0	2,00	3,71	85,5	2,47	72,5	129,9	241,0
6.	48,4	10,1	2,00	3,74	87,0	2,52	70,1	128,1	239,6
7.	48,0	10,0	2,00	3,71	85,5	2,49	71,3	129,4	240,0
8.	48,4	10,0	2,00	3,74	87,0	2,49	71,8	129,4	242,0
9.	48,2	10,0	2,00	3,73	86,5	2,49	71,7	129,2	241,0
10.	48,1	10,0	2,00	3,70	85,0	2,45	73,5	130,0	240,5
11.	48,5	10,0	2,00	3,76	88,0	2,51	71,0	129,0	242,5
12.	47,9	10,0	2,00	3,72	86,0	2,48	72,1	128,8	239,5
13.	48,4	10,2	2,00	3,76	88,0	2,50	71,6	126,2	237,3
14.	48,3	10,0	2,00	3,75	87,5	2,52	70,3	128,8	241,5
15.	48,4	10,0	2,00	3,73	86,5	2,49	71,7	129,8	242,0
16.	48,6	9,9	2,00	3,79	89,5	2,51	71,5	129,5	245,5
17.	48,5	10,0	2,00	3,77	88,5	2,52	70,6	128,6	242,5
18.	48,4	10,1	2,00	3,74	87,0	2,51	70,7	128,1	239,6
19.	47,8	10,0	2,00	3,69	84,5	2,48	71,6	129,5	239,0
20.	47,9	10,0	2,00	3,71	85,5	2,46	73,1	129,1	239,5
21.	46,7	10,0	2,00	3,62	81,0	2,46	71,6	129,0	233,5
22.	47,8	10,0	2,00	3,70	85,0	2,49	71,2	129,2	239,0
23.	47,6	10,1	2,00	3,68	84,0	2,48	71,4	128,1	235,6
24.	47,9	10,1	2,00	3,69	84,5	2,47	72,2	128,5	237,1
25.	48,1	10,0	2,00	3,76	88,0	2,52	70,5	127,9	240,5
26.	48,2	10,1	2,00	3,75	87,5	2,52	70,3	127,3	238,6
27.	48,4	10,0	2,00	3,76	88,0	2,50	71,6	128,7	242,0
28.	47,8	10,1	2,00	3,70	85,0	2,47	72,4	127,9	236,6
29.	47,7	10,1	2,00	3,72	86,0	2,48	72,1	127,0	236,1
30.	47,7	10,0	2,00	3,72	86,0	2,46	73,3	128,2	238,5
31.	46,7	10,0	2,00	3,66	83,0	2,49	70,5	127,6	233,5
32.	46,8	10,0	2,00	3,67	83,5	2,47	71,9	127,5	234,0
33.	47,3	9,9	2,00	3,70	85,0	2,47	72,4	129,1	238,9
34.	47,6	10,0	2,00	3,71	85,5	2,49	71,3	128,3	238,0
35.	46,8	10,0	2,00	3,63	81,5	2,47	71,2	128,9	234,0
36.	46,5	10,1	2,00	3,62	81,0	2,47	71,0	127,2	230,2
37.	46,9	10,0	2,00	3,65	82,5	2,48	70,9	128,5	234,5
38.	47,2	10,1	2,00	3,67	83,5	2,47	71,9	127,3	233,7
39.	47,6	10,0	2,00	3,69	84,5	2,48	71,6	129,0	238,0
40.	47,4	10,1	2,00	3,67	83,5	2,46	72,5	127,9	234,7
41.	47,6	10,1	2,00	3,69	84,5	2,52	69,2	127,7	235,6
42.	47,5	10,0	2,00	3,67	83,5	2,49	70,7	129,4	237,5
43.	47,5	10,1	2,00	3,68	84,0	2,50	70,2	127,8	235,1
44.	46,4	10,0	2,00	3,61	80,5	2,45	72,0	128,5	232,0
45.	47,0	10,1	2,00	3,65	82,5	2,45	72,7	127,5	232,7
46.	47,7	9,9	2,00	3,72	86,0	2,51	70,3	129,5	240,9
47.	47,1	10,0	2,00	3,66	83,0	2,48	71,1	128,7	235,5
48.	47,5	10,1	2,00	3,69	84,5	2,49	71,0	127,5	235,1
49.	46,6	9,9	2,00	3,63	81,5	2,45	72,4	129,7	235,4
50.	46,8	10,0	2,00	3,66	83,0	2,48	71,1	127,9	234,0
Ø	47,7	10,0	2,00	3,70	85,0	2,49	71,4	128,5	237,8

IB 1950 1/m

	Hmotnost (g)	Šíře (cm)	Délka L0 (m)	Délka L1 (m)	Pružnost (%)	Délka L2 (m)	Relax (%)	Pl. hm. nap. (g/m ²)	Pl. hm. nenap.(g/ m ²)
1.	51,2	10,1	2,00	3,89	94,5	2,54	71,4	130,3	253,5
2.	51,7	10,0	2,00	3,90	95,0	2,52	72,6	132,6	258,5
3.	51,6	10,1	2,00	3,93	96,5	2,54	72,0	130,0	255,4
4.	52,4	10,0	2,00	3,97	98,5	2,52	73,6	132,0	262,0
5.	52,3	10,1	2,00	3,96	98,0	2,52	73,5	130,8	258,9
6.	51,5	10,0	2,00	3,89	94,5	2,50	73,5	132,4	257,5
7.	51,5	10,0	2,00	3,89	94,5	2,51	73,0	132,4	257,5
8.	51,9	10,1	2,00	3,93	96,5	2,54	72,0	130,8	256,9
9.	50,9	10,0	2,00	3,88	94,0	2,50	73,4	131,2	254,5
10.	52,1	10,1	2,00	3,95	97,5	2,56	71,3	130,6	257,9
11.	51,6	10,1	2,00	3,92	96,0	2,54	71,9	130,3	255,4
12.	51,5	9,9	2,00	3,93	96,5	2,53	72,5	132,4	260,1
13.	51,9	10,1	2,00	3,95	97,5	2,55	71,8	130,1	256,9
14.	51,4	10,0	2,00	3,92	96,0	2,52	72,9	131,1	257,0
15.	51,7	10,0	2,00	3,94	97,0	2,52	73,2	131,2	258,5
16.	51,9	10,0	2,00	3,95	97,5	2,55	71,8	131,4	259,5
17.	51,9	10,1	2,00	3,95	97,5	2,55	71,8	130,1	256,9
18.	51,3	10,0	2,00	3,89	94,5	2,50	73,5	131,9	256,5
19.	51,3	10,0	2,00	3,92	96,0	2,54	71,9	130,9	256,5
20.	52,5	10,0	2,00	3,99	99,5	2,54	72,9	131,6	262,5
21.	50,9	9,9	2,00	3,89	94,5	2,50	73,5	132,2	257,1
22.	51,3	10,0	2,00	3,90	95,0	2,51	73,2	131,5	256,5
23.	51,3	9,9	2,00	3,92	96,0	2,50	74,0	132,2	259,1
24.	51,6	10,0	2,00	3,92	96,0	2,53	72,4	131,6	258,0
25.	51,1	10,0	2,00	3,89	94,5	2,52	72,5	131,4	255,5
26.	51,9	10,0	2,00	3,94	97,0	2,57	70,6	131,7	259,5
27.	51,6	10,1	2,00	3,90	95,0	2,50	73,7	131,0	255,4
28.	51,4	10,0	2,00	3,89	94,5	2,51	73,0	132,1	257,0
29.	51,5	10,0	2,00	3,89	94,5	2,51	73,0	132,4	257,5
30.	52,3	10,1	2,00	3,97	98,5	2,54	72,6	130,4	258,9
31.	51,6	10,0	2,00	3,89	94,5	2,52	72,5	132,6	258,0
32.	51,9	10,0	2,00	3,94	97,0	2,53	72,7	131,7	259,5
33.	51,9	10,0	2,00	3,93	96,5	2,51	73,6	132,1	259,5
34.	51,6	10,0	2,00	3,93	96,5	2,53	72,5	131,3	258,0
35.	51,7	10,1	2,00	3,92	96,0	2,50	74,0	130,6	255,9
36.	52,1	10,0	2,00	3,93	96,5	2,50	74,1	132,6	260,5
37.	52,2	10,0	2,00	3,94	97,0	2,52	73,2	132,5	261,0
38.	52,3	9,9	2,00	3,96	98,0	2,53	73,0	133,4	264,1
39.	51,4	10,1	2,00	3,93	96,5	2,52	73,1	129,5	254,5
40.	52,4	10,0	2,00	3,97	98,5	2,52	73,6	132,0	262,0
41.	51,9	9,9	2,00	3,95	97,5	2,56	71,3	132,7	262,1
42.	51,8	10,0	2,00	3,93	96,5	2,51	73,6	131,8	259,0
43.	52,1	9,9	2,00	3,94	97,0	2,51	73,7	133,6	263,1
44.	51,5	10,0	2,00	3,90	95,0	2,52	72,6	132,1	257,5
45.	51,8	10,0	2,00	3,93	96,5	2,53	72,5	131,8	259,0
46.	51,4	10,0	2,00	3,91	95,5	2,51	73,3	131,5	257,0
47.	51,2	10,0	2,00	3,92	96,0	2,53	72,4	130,6	256,0
48.	51,4	9,9	2,00	3,91	95,5	2,52	72,8	132,8	259,6
49.	51,9	9,9	2,00	3,96	98,0	2,55	71,9	132,4	262,1
50.	51,5	10,0	2,00	3,90	95,0	2,52	72,6	132,1	257,5
Ø	51,7	10,0	2,00	3,93	96,3	2,52	72,8	131,6	258,3

IB 2100 1/m

	Hmotnost (g)	Šíře (cm)	Délka L0 (m)	Délka L1 (m)	Pružnost (%)	Délka L2 (m)	Relax (%)	Pl. hm. nap. (g/m ²)	Pl. hm. nenap. (g/m ²)
1.	54,5	10,0	2,00	3,99	99,5	2,59	70,4	136,6	272,5
2.	55,1	9,9	2,00	4,08	104,0	2,60	71,2	136,4	278,3
3.	55,5	9,9	2,00	4,10	105,0	2,62	70,5	136,7	280,3
4.	54,7	10,0	2,00	4,05	102,5	2,58	71,7	135,1	273,5
5.	56,0	10,0	2,00	4,14	107,0	2,65	69,6	135,3	280,0
6.	55,0	10,0	2,00	4,04	102,0	2,60	70,6	136,1	275,0
7.	54,8	10,0	2,00	4,05	102,5	2,61	70,2	135,3	274,0
8.	55,0	10,0	2,00	4,08	104,0	2,62	70,2	134,8	275,0
9.	55,3	10,0	2,00	4,06	103,0	2,59	71,4	136,2	276,5
10.	54,9	9,9	2,00	4,03	101,5	2,56	72,4	137,6	277,3
11.	55,0	9,9	2,00	4,11	105,5	2,68	67,8	135,2	277,8
12.	55,0	10,1	2,00	4,11	105,5	2,66	68,7	132,5	272,3
13.	55,4	9,9	2,00	4,12	106,0	2,65	69,3	135,8	279,8
14.	55,2	10,0	2,00	4,09	104,5	2,66	68,4	135,0	276,0
15.	55,1	10,1	2,00	4,10	105,0	2,64	69,5	133,1	272,8
16.	54,9	10,0	2,00	4,08	104,0	2,63	69,7	134,6	274,5
17.	55,2	10,0	2,00	4,10	105,0	2,66	68,6	134,6	276,0
18.	54,9	10,0	2,00	4,08	104,0	2,67	67,8	134,6	274,5
19.	55,1	9,9	2,00	4,06	103,0	2,63	69,4	137,1	278,3
20.	55,2	10,1	2,00	4,08	104,0	2,65	68,8	134,0	273,3
21.	53,4	10,0	2,00	4,15	107,5	2,68	68,4	128,7	267,0
22.	55,4	10,0	2,00	4,13	106,5	2,66	69,0	134,1	277,0
23.	55,4	10,0	2,00	4,11	105,5	2,66	68,7	134,8	277,0
24.	54,7	9,9	2,00	4,10	105,0	2,66	68,6	134,8	276,3
25.	55,0	10,0	2,00	4,11	105,5	2,66	68,7	133,8	275,0
26.	55,1	9,9	2,00	4,09	104,5	2,66	68,4	136,1	278,3
27.	56,0	9,9	2,00	4,15	107,5	2,68	68,4	136,3	282,8
28.	54,8	9,9	2,00	4,03	101,5	2,62	69,5	137,4	276,8
29.	55,0	9,9	2,00	4,06	103,0	2,62	69,9	136,8	277,8
30.	55,0	9,9	2,00	4,08	104,0	2,68	67,3	136,2	277,8
31.	54,7	10,0	2,00	4,07	103,5	2,70	66,2	134,4	273,5
32.	54,4	9,9	2,00	4,05	102,5	2,65	68,3	135,7	274,7
33.	54,6	10,0	2,00	4,05	102,5	2,65	68,3	134,8	273,0
34.	54,5	10,0	2,00	4,05	102,5	2,65	68,3	134,6	272,5
35.	54,9	9,9	2,00	4,10	105,0	2,69	67,1	135,3	277,3
36.	54,2	10,0	2,00	4,06	103,0	2,67	67,5	133,5	271,0
37.	54,1	10,0	2,00	4,02	101,0	2,64	68,3	134,6	270,5
38.	55,8	10,0	2,00	4,10	105,0	2,67	68,1	136,1	279,0
39.	55,1	9,9	2,00	4,10	105,0	2,64	69,5	135,7	278,3
40.	55,3	10,1	2,00	4,14	107,0	2,69	67,8	132,3	273,8
41.	54,5	10,0	2,00	4,03	101,5	2,70	65,5	135,2	272,5
42.	54,3	10,0	2,00	4,02	101,0	2,68	66,3	135,1	271,5
43.	55,6	10,0	2,00	4,08	104,0	2,65	68,8	136,3	278,0
44.	55,5	10,0	2,00	4,09	104,5	2,70	66,5	135,7	277,5
45.	54,3	10,0	2,00	4,06	103,0	2,64	68,9	133,7	271,5
46.	54,9	9,9	2,00	4,10	105,0	2,69	67,1	135,3	277,3
47.	53,9	9,9	2,00	4,04	102,0	2,66	67,6	134,8	272,2
48.	54,1	10,0	2,00	4,02	101,0	2,66	67,3	134,6	270,5
49.	54,8	9,9	2,00	4,07	103,5	2,66	68,1	136,0	276,8
50.	54,7	10,0	2,00	4,07	103,5	2,69	66,7	134,4	273,5
Ø	54,9	10,0	2,00	4,08	103,9	2,65	68,7	135,1	275,4

IB 2220 1/m

	Hmotnost (g)	Šíře (cm)	Délka L0 (m)	Délka L1 (m)	Pružnost (%)	Délka L2 (m)	Relax (%)	Pl. hm. nap. (g/m ²)	Pl. hm. nenap. (g/m ²)
1.	54,5	9,9	2,00	4,10	105,0	2,69	67,1	134,3	275,3
2.	54,6	9,9	2,00	4,11	105,5	2,67	68,2	134,2	275,8
3.	54,0	10,0	2,00	4,09	104,5	3,65	21,1	132,0	270,0
4.	54,4	9,9	2,00	4,10	105,0	2,68	67,6	134,0	274,7
5.	55,0	9,8	2,00	4,10	105,0	2,67	68,1	136,9	280,6
6.	54,5	9,8	2,00	4,09	104,5	2,66	68,4	136,0	278,1
7.	54,5	9,9	2,00	4,11	105,5	2,65	69,2	133,9	275,3
8.	54,5	9,9	2,00	4,11	105,5	2,68	67,8	133,9	275,3
9.	54,6	9,8	2,00	4,12	106,0	2,66	68,9	135,2	278,6
10.	54,9	9,9	2,00	4,15	107,5	2,70	67,4	133,6	277,3
11.	55,1	9,8	2,00	4,13	106,5	2,66	69,0	136,1	281,1
12.	54,7	9,8	2,00	4,12	106,0	2,64	69,8	135,5	279,1
13.	54,9	9,9	2,00	4,15	107,5	2,65	69,8	133,6	277,3
14.	54,7	9,8	2,00	4,12	106,0	2,64	69,8	135,5	279,1
15.	54,9	9,9	2,00	4,14	107,0	2,64	70,1	133,9	277,3
16.	55,2	9,8	2,00	4,13	106,5	2,63	70,4	136,4	281,6
17.	55,1	10,0	2,00	4,13	106,5	2,66	69,0	133,4	275,5
18.	55,2	9,9	2,00	4,14	107,0	2,67	68,7	134,7	278,8
19.	54,3	9,9	2,00	4,10	105,0	2,65	69,0	133,8	274,2
20.	54,6	10,0	2,00	4,12	106,0	2,69	67,5	132,5	273,0
21.	54,7	9,9	2,00	4,11	105,5	2,68	67,8	134,4	276,3
22.	54,6	10,0	2,00	4,11	105,5	2,68	67,8	132,8	273,0
23.	54,2	10,0	2,00	4,08	104,0	2,65	68,8	132,8	271,0
24.	54,4	10,0	2,00	4,08	104,0	2,64	69,2	133,3	272,0
25.	54,2	10,0	2,00	4,06	103,0	2,63	69,4	133,5	271,0
26.	54,2	9,9	2,00	4,04	102,0	2,62	69,6	135,5	273,7
27.	54,5	9,9	2,00	4,05	102,5	2,63	69,3	135,9	275,3
28.	54,5	10,0	2,00	4,07	103,5	2,64	69,1	133,9	272,5
29.	54,4	9,9	2,00	4,06	103,0	2,65	68,4	135,3	274,7
30.	54,2	9,9	2,00	4,04	102,0	2,64	68,6	135,5	273,7
31.	54,9	10,0	2,00	4,10	105,0	2,71	66,2	133,9	274,5
32.	55,0	10,0	2,00	4,10	105,0	2,66	68,6	134,1	275,0
33.	54,9	9,9	2,00	4,09	104,5	2,66	68,4	135,6	277,3
34.	55,6	10,0	2,00	4,14	107,0	2,67	68,7	134,3	278,0
35.	55,4	10,0	2,00	4,13	106,5	2,67	68,5	134,1	277,0
36.	54,8	10,0	2,00	4,05	102,5	2,61	70,2	135,3	274,0
37.	55,3	10,0	2,00	4,12	106,0	2,65	69,3	134,2	276,5
38.	55,2	10,0	2,00	4,11	105,5	2,66	68,7	134,3	276,0
39.	54,7	10,0	2,00	4,09	104,5	2,65	68,9	133,7	273,5
40.	55,3	10,0	2,00	4,13	106,5	2,69	67,6	133,9	276,5
41.	55,6	9,9	2,00	4,14	107,0	2,67	68,7	135,7	280,8
42.	55,7	10,0	2,00	4,13	106,5	2,66	69,0	134,9	278,5
43.	55,8	9,9	2,00	4,17	108,5	2,70	67,7	135,2	281,8
44.	55,7	9,9	2,00	4,14	107,0	2,69	67,8	135,9	281,3
45.	55,1	10,0	2,00	4,10	105,0	2,65	69,0	134,4	275,5
46.	55,8	10,1	2,00	4,14	107,0	2,67	68,7	133,4	276,2
47.	54,9	10,0	2,00	4,10	105,0	2,64	69,5	133,9	274,5
48.	55,4	10,0	2,00	4,10	105,0	2,65	69,0	135,1	277,0
49.	55,3	10,0	2,00	4,11	105,5	2,65	69,2	134,5	276,5
50.	54,9	10,0	2,00	4,03	101,5	2,57	71,9	136,2	274,5
Ø	54,9	9,9	2,00	4,11	105,3	2,68	67,8	134,5	276,1

Příloha č. 2 Tabulky hodnot skacích zákrutů, přádních zákrutů a seskání

20*2 tex zz/S 1650 1/m

x_i	$x_{si} /s/ Z /0,25 \text{ m/}$	$\Delta l \text{ [mm]}$	$x_{pi} /s/ Z /0,5 \text{ m/}$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	$\sigma \text{ [%]}$	P
1	396	39	407	7520,36	20736,00	13,49	0,87
2	421	31	495	176,36	1024,00	11,03	0,89
3	394	34	421	8971,88	13456,00	11,97	0,88
4	423	32	492	452,84	676,00	11,35	0,89
5	425	32	513	857,32	4624,00	11,35	0,89
6	444	36	515	11083,88	5184,00	12,59	0,87
7	420	30	479	86,12	0,00	10,71	0,89
8	415	33	493	114,92	784,00	11,66	0,88
9	416	30	493	45,16	784,00	10,71	0,89
10	430	27	482	2428,52	36,00	9,75	0,90
11	402	33	435	3933,80	7744,00	11,66	0,88
12	424	33	465	639,08	784,00	11,66	0,88
13	427	32	483	1389,80	64,00	11,35	0,89
14	426	35	449	1107,56	3600,00	12,28	0,88
15	385	30	468	17087,72	484,00	10,71	0,89
16	400	31	461	5001,32	1296,00	11,03	0,89
17	419	33	488	27,88	324,00	11,66	0,88
18	423	30	475	452,84	64,00	10,71	0,89
19	414	30	497	216,68	1296,00	10,71	0,89
20	417	33	481	7,40	16,00	11,66	0,88
21	438	34	513	6606,44	4624,00	11,97	0,88
22	421	33	462	176,36	1156,00	11,66	0,88
23	416	32	497	45,16	1296,00	11,35	0,89
24	416	31	498	45,16	1444,00	11,03	0,89
25	430	31	513	2428,52	4624,00	11,03	0,89
Σ	10442	805	11975	70903,04	76120,00	285,11	22,15
μ	417,68	32,2	479			11,40	0,89

20*2 tex ss/Z 1650 1/m

x_i	$x_{si} /s/ Z /0,25 \text{ m/}$	$\Delta l \text{ [mm]}$	$x_{pi} /s/ Z /0,5 \text{ m/}$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	$\sigma \text{ [%]}$	P
1	413	31	476	350,44	384,16	11,03	0,89
2	409	30	478	1205,48	556,96	10,71	0,89
3	414	31	462	216,68	70,56	11,03	0,89
4	406	30	430	2182,76	5241,76	10,71	0,89
5	411	28	467	713,96	2,56	10,07	0,90
6	416	32	452	45,16	806,56	11,35	0,89
7	424	29	500	639,08	4569,76	10,39	0,90
8	438	35	497	6606,44	3794,56	12,28	0,88
9	392	28	482	10551,40	998,56	10,07	0,90
10	398	27	477	6196,84	466,56	9,75	0,90
11	444	37	459	11083,88	207,36	12,89	0,87
12	414	33	425	216,68	6789,76	11,66	0,88
13	424	32	458	639,08	268,96	11,35	0,89
14	413	32	455	350,44	501,76	11,35	0,89
15	427	32	503	1389,80	5416,96	11,35	0,89
16	407	31	457	1825,00	338,56	11,03	0,89
17	421	30	470	176,36	57,76	10,71	0,89
18	426	33	444	1107,56	1971,36	11,66	0,88
19	392	28	436	10551,40	3648,16	10,07	0,90
20	436	33	460	5369,96	153,76	11,66	0,88
21	426	32	493	1107,56	2872,96	11,35	0,89
22	414	34	457	216,68	338,56	11,97	0,88
23	427	33	475	1389,80	309,76	11,66	0,88
24	423	30	463	452,84	40,96	10,71	0,89
25	427	32	479	1389,80	655,36	11,35	0,89
Σ	10442	783	11655	65975,04	40464,00	278,18	22,22
μ	417,68	31,32	466,2			11,13	0,89
$\mu/1m$	1670,72		932,4				

20*2 tex zz/S 1800 1/m

x_i	$x_{si} /s/ Z /0,25 \text{ m/}$	$\Delta l \text{ [mm]}$	$x_{pi} /s/ Z /0,5 \text{ m/}$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	$\sigma \text{ [%]}$	P
1	490	44	504	6922,24	713,96	14,97	0,85
2	463	39	512	615,04	1825,00	13,49	0,87
3	486	41	483	4515,84	233,48	14,09	0,86
4	462	43	470	829,44	1704,04	14,68	0,85
5	458	39	475	2007,04	978,44	13,49	0,87
6	465	39	462	282,24	3281,00	13,49	0,87
7	462	40	480	829,44	452,84	13,79	0,86
8	474	44	495	368,64	76,04	14,97	0,85
9	470	41	456	10,24	4799,72	14,09	0,86
10	471	42	499	51,84	279,56	14,38	0,86
11	482	44	460	2621,44	3755,24	14,97	0,85
12	485	44	500	3994,24	350,44	14,97	0,85
13	473	39	513	231,04	1999,88	13,49	0,87
14	449	40	464	6528,64	2838,76	13,79	0,86
15	476	43	485	739,84	127,24	14,68	0,85
16	467	43	492	77,44	7,40	14,68	0,85
17	464	39	503	432,64	611,08	13,49	0,87
18	473	42	485	231,04	127,24	14,38	0,86
19	471	40	492	51,84	7,40	13,79	0,86
20	477	41	514	973,44	2182,76	14,09	0,86
21	455	38	481	3226,24	371,72	13,19	0,87
22	455	38	503	3226,24	611,08	13,19	0,87
23	454	37	481	3696,64	371,72	12,89	0,87
24	477	41	515	973,44	2373,64	14,09	0,86
25	471	37	542	51,84	10551,40	12,89	0,87
Σ	11730	1018	12266	43488,00	40631,04	350,04	21,50
μ	469,2	40,72	490,64			14,00	0,86

20*2 tex ss/z 1800 1/m

x_i	$x_{si} /s/ Z /0,25 \text{ m/}$	$\Delta l \text{ [mm]}$	$x_{pi} /s/ Z /0,5 \text{ m/}$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	$\sigma \text{ [%]}$	P
1	482	46	453	9808,92	1845,56	15,54	0,84
2	425	34	407	16630,68	2404,92	11,97	0,88
3	451	41	417	623,00	843,32	14,09	0,86
4	485	41	405	12329,88	2813,24	14,09	0,86
5	463	41	393	530,84	5935,16	14,09	0,86
6	472	40	410	3485,72	1852,44	13,79	0,86
7	436	35	365	7218,20	17699,64	12,28	0,88
8	472	40	410	3485,72	1852,44	13,79	0,86
9	436	35	365	7218,20	17699,64	12,28	0,88
10	434	34	390	8641,56	6895,64	11,97	0,88
11	420	33	383	22189,08	9416,76	11,66	0,88
12	456	35	448	24,60	1086,36	12,28	0,88
13	474	43	396	4494,36	5046,68	14,68	0,85
14	449	40	421	1086,36	442,68	13,79	0,86
15	479	42	460	7575,96	3244,44	14,38	0,86
16	444	39	435	2804,76	48,44	13,49	0,87
17	489	43	464	16139,16	4219,80	14,68	0,85
18	456	40	477	24,60	8273,72	13,79	0,86
19	446	38	450	2021,40	1366,04	13,19	0,87
20	449	40	488	1086,36	12759,96	13,79	0,86
21	461	44	464	226,20	4219,80	14,97	0,85
22	454	40	475	167,96	7562,04	13,79	0,86
23	467	43	484	1524,12	11016,60	14,68	0,85
24	473	38	474	3974,04	7218,20	13,19	0,87
25	458	42	454	9,24	2021,40	14,38	0,86
Σ	11431	987	10788			340,66	21,59
μ	457,24	39,48	431,52			13,63	0,86
$\mu/1m$	1828,96		863,04				

20*2 tex zz/S 1950 1/m

x_i	$x_{si} / \text{s/ Z /0,25 m/}$	$\Delta l \text{ [mm]}$	$x_{pi} / \text{s/ Z /0,5 m/}$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	$\sigma \text{ [%]}$	P
1	523	47	496	2670,82	2175,29	15,82	0,84
2	513	51	420	136,42	11100,73	16,94	0,83
3	509	5	462	18,66	456,25	1,96	0,98
4	523	51	518	2670,82	8215,61	16,94	0,83
5	500	50	504	1625,70	3923,77	16,67	0,83
6	499	49	484	1964,26	512,57	16,39	0,84
7	509	53	457	18,66	983,45	17,49	0,83
8	501	54	440	1319,14	4271,93	17,76	0,82
9	532	62	422	7687,78	10273,85	19,87	0,80
10	516	53	473	560,74	0,41	17,49	0,83
11	545	59	491	19510,50	1342,49	19,09	0,81
12	513	52	496	136,42	2175,29	17,22	0,83
13	495	54	453	3638,50	1549,21	17,76	0,82
14	502	49	507	1044,58	4711,45	16,39	0,84
15	515	51	477	387,30	74,65	16,94	0,83
16	500	48	485	1625,70	607,13	16,11	0,84
17	519	53	491	1273,06	1342,49	17,49	0,83
18	539	54	478	13381,86	113,21	17,76	0,82
19	475	46	455	19689,70	1250,33	15,54	0,84
20	500	50	494	1625,70	1818,17	16,67	0,83
21	525	55	489	3561,70	1065,37	18,03	0,82
22	490	51	442	6451,30	3765,05	16,94	0,83
23	508	54	478	69,22	113,21	17,76	0,82
24	493	51	454	4667,62	1395,77	16,94	0,83
25	508	52	451	69,22	1880,09	17,22	0,83
Σ	12752	1254	11817	95805,44	65117,76	415,22	20,85
μ	510,08	50,16	472,68			16,61	0,83
$\mu/1m$	2040,32		945,36				

20*2 tex ss/Z 1950 1/m

x_i	$x_{si} / \text{s/ Z /0,25 m/}$	$\Delta l \text{ [mm]}$	$x_{pi} / \text{s/ Z /0,5 m/}$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	$\sigma \text{ [%]}$	P
1	497	49	479	6895,64	202,78	16,39	0,84
2	527	57	462	1366,04	390,46	18,57	0,81
3	529	56	467	2021,40	95,26	18,30	0,82
4	524	54	474	623,00	17,98	17,76	0,82
5	506	49	470	2212,76	14,14	16,39	0,84
6	522	53	427	287,64	8056,86	17,49	0,83
7	488	52	433	14170,52	6046,62	17,22	0,83
8	512	53	485	530,84	688,54	17,49	0,83
9	534	54	469	4219,80	33,18	17,76	0,82
10	525	49	503	838,68	3873,82	16,39	0,84
11	506	51	457	2212,76	885,66	16,94	0,83
12	499	50	469	5631,00	33,18	16,67	0,83
13	524	53	504	623,00	4126,78	17,49	0,83
14	518	50	485	0,92	688,54	16,67	0,83
15	541	53	495	8641,56	2138,14	17,49	0,83
16	531	53	468	2804,76	60,22	17,49	0,83
17	492	47	457	10617,24	885,66	15,82	0,84
18	521	49	493	167,96	1784,22	16,39	0,84
19	514	51	460	226,20	564,54	16,94	0,83
20	506	46	493	2212,76	1784,22	15,54	0,84
21	534	55	457	4219,80	885,66	18,03	0,82
22	512	48	473	530,84	5,02	16,11	0,84
23	524	57	456	623,00	1008,70	18,57	0,81
24	533	58	482	3716,12	409,66	18,83	0,81
25	525	54	479	838,68	202,78	17,76	0,82
Σ	12944	1301	11797	76232,96	34882,56	430,51	20,69
μ	517,76	52,04	471,88			17,22	0,83
$\mu/1m$	2071,04		943,76				

20*2 tex zz/S 2100 1/m

x_i	$x_{si} /s/ Z /0,25 m/$	Δl [mm]	$x_{pi} /s/ Z /0,5 m/$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	σ [%]	P
1	532	53	482	33,18	1244,68	17,49	0,83
2	545	55	481	2138,14	1389,80	18,03	0,82
3	547	61	474	2941,98	2629,64	19,61	0,80
4	527	53	513	663,58	713,96	17,49	0,83
5	527	51	476	663,58	2235,40	16,94	0,83
6	541	57	516	914,46	1070,60	18,57	0,81
7	545	54	485	2138,14	857,32	17,76	0,82
8	545	55	548	2138,14	9354,76	18,03	0,82
9	534	54	490	5,02	371,72	17,76	0,82
10	557	58	492	8881,18	233,48	18,83	0,81
11	509	53	483	9557,02	1107,56	17,49	0,83
12	519	54	488	3336,22	541,96	17,76	0,82
13	515	53	465	5440,54	4799,72	17,49	0,83
14	501	46	517	16837,66	1205,48	15,54	0,84
15	557	52	555	8881,18	12258,92	17,22	0,83
16	549	54	514	3873,82	824,84	17,76	0,82
17	517	49	486	4324,38	744,20	16,39	0,84
18	531	55	512	95,26	611,08	18,03	0,82
19	551	54	517	4933,66	1205,48	17,76	0,82
20	532	52	511	33,18	516,20	17,22	0,83
21	534	53	516	5,02	1070,60	17,49	0,83
22	525	52	481	1139,74	1389,80	17,22	0,83
23	556	57	497	8143,26	27,88	18,57	0,81
24	526	58	504	885,66	76,04	18,83	0,81
25	514	51	488	6046,62	541,96	16,94	0,83
Σ	13336	1344	12491	94050,56	47023,04	442,25	20,58
μ	533,44	53,76	499,64			17,69	0,82
$\mu/1m$	2133,76		999,28				

20*2 tex ss/Z 2100 1/m

x_i	$x_{si} /s/ Z /0,25 m/$	Δl [mm]	$x_{pi} /s/ Z /0,5 m/$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	σ [%]	P
1	533	54	452	1366,04	4911,21	17,76	0,82
2	550	58	498	11016,60	480,49	18,83	0,81
3	524	54	485	0,92	16,65	17,76	0,82
4	511	48	482	2605,08	101,61	16,11	0,84
5	512	47	467	2212,76	1606,41	15,82	0,84
6	521	52	472	121,88	904,81	17,22	0,83
7	524	53	507	0,92	1593,61	17,49	0,83
8	516	51	529	963,48	7042,57	16,94	0,83
9	523	54	455	9,24	4106,25	17,76	0,82
10	523	52	488	9,24	3,69	17,22	0,83
11	568	64	488	31314,84	3,69	20,38	0,80
12	537	54	506	2804,76	1437,93	17,76	0,82
13	525	54	500	24,60	671,85	17,76	0,82
14	503	52	469	6895,64	1301,77	17,22	0,83
15	520	48	492	226,20	98,41	16,11	0,84
16	499	45	477	9808,92	403,21	15,25	0,85
17	506	51	486	5046,68	4,33	16,94	0,83
18	506	48	508	5046,68	1757,29	16,11	0,84
19	526	53	500	80,28	671,85	17,49	0,83
20	527	56	486	167,96	4,33	18,30	0,82
21	545	53	492	7218,20	98,41	17,49	0,83
22	524	58	504	0,92	1150,57	18,83	0,81
23	542	53	497	5323,16	396,81	17,49	0,83
24	505	49	423	5631,00	16404,49	16,39	0,84
25	524	47	513	0,92	2695,69	15,82	0,84
Σ	13094	1308	12176	97896,96	47867,84	432,28	20,68
μ	523,76	52,32	487,04			17,29	0,83
$\mu/1m$	2095,04		974,08				

20*2 tex ss/Z 2250 1/m							
x_i	$x_{si} /s/ Z /0,25 m/$	$\Delta l [mm]$	$x_{pi} /s/ Z /0,5 m/$	$(x_{si} - z)^2$	$(x_{pi} - z)^2$	$\sigma [\%]$	P
1	563	61	535	705,43	4251,04	19,61	0,80
2	582	60	532	10518,55	3504,64	19,35	0,81
3	553	54	528	180,63	2621,44	17,76	0,82
4	572	58	488	3913,75	829,44	18,83	0,81
5	564	64	532	933,91	3504,64	20,38	0,80
6	551	58	528	459,67	2621,44	18,83	0,81
7	571	58	486	3429,27	1075,84	18,83	0,81
8	542	59	480	3299,35	2007,04	19,09	0,81
9	537	55	483	5996,95	1505,44	18,03	0,82
10	553	57	534	180,63	3994,24	18,57	0,81
11	556	67	509	2,07	174,24	21,14	0,79
12	583	59	526	11355,03	2227,84	19,09	0,81
13	533	52	474	8731,03	3226,24	17,22	0,83
14	547	60	487	1401,75	948,64	19,35	0,81
15	562	59	503	508,95	1,44	19,09	0,81
16	566	63	469	1486,87	4462,24	20,13	0,80
17	565	59	499	1194,39	46,24	19,09	0,81
18	585	63	486	13123,99	1075,84	20,13	0,80
19	550	56	497	647,19	116,64	18,30	0,82
20	531	59	480	10290,07	2007,04	19,09	0,81
21	553	61	496	180,63	163,84	19,61	0,80
22	562	63	519	508,95	1102,24	20,13	0,80
23	546	55	504	1717,27	10,24	18,03	0,82
24	539	56	491	4821,91	519,84	18,30	0,82
25	543	58	494	2855,83	282,24	18,83	0,81
Σ	13909	1474	12560	88444,16	42280,00	476,85	20,23
μ	556,36	58,96	502,4			19,07	0,81
$\mu/1m$	2225,44		1004,8				

Příloha č. 3 Hodnoty smyčkovitosti

Smyčkovitost přízí-počet zákrutů na 1 m					
	1650 1/m ss/Z	1800 1/m ss/Z	1950 1/m ss/Z	2100 1/m ss/Z	2250 1/m ss/Z
1.	512	540	500	432	456
2.	504	500	448	636	452
3.	344	536	496	368	416
4.	524	588	436	556	592
5.	572	536	524	388	520
6.	328	460	512	452	648
7.	436	560	556	448	564
8.	580	456	472	628	632
9.	380	472	484	392	596
10.	568	376	456	456	436
11.	496	328	544	496	520
12.	376	404	464	448	636
13.	492	556	568	416	592
14.	576	488	496	548	644
15.	472	320	432	600	500
16.	504	484	440	472	580
17.	400	428	596	360	520
18.	364	412	420	364	604
19.	428	444	408	356	568
20.	448	320	400	352	524
21.	328	464	408	400	544
22.	524	564	460	344	608
23.	476	340	400	336	640
24.	516	548	432	480	632
25.	468	368	404	632	536
x	464,64	459,68	470,24	454,4	558,4
s	78,67	83,79	56,12	96,15	69,06
v	16,93	18,23	11,93	21,16	12,37

Smyčkovitost přízí-počet zákrutů 1/m					
	1650 1/m zz/S	1800 1/m zz/S	1950 1/m zz/S	2100 1/m zz/S	2250 1/m zz/S
1.	544	376	356	460	464
2.	472	404	380	440	540
3.	384	356	500	300	596
4.	344	416	424	420	636
5.	432	452	356	400	456
6.	348	420	480	336	448
7.	336	496	472	548	520
8.	408	476	356	348	548
9.	420	492	476	304	596
10.	480	400	372	480	472
11.	568	468	484	532	460
12.	460	360	388	368	580
13.	388	448	468	408	528
14.	408	396	464	484	524
15.	400	452	444	432	472
16.	496	384	472	604	568
17.	384	516	508	560	468
18.	476	388	504	464	496
19.	404	412	416	424	444
20.	440	396	432	600	424
21.	536	364	424	436	448
22.	356	448	448	468	440
23.	376	356	440	352	516
24.	456	484	464	516	476
25.	352	404	460	464	460
x	426,72	422,56	439,52	445,92	503,2
s	65,03	47,65	47,81	84,52	58,15
v	15,24	11,28	10,88		11,56

Příloha č. 4 Naměřené hodnoty času pro vykonání 1 kyvu

Doba pro vykonání 1 kyvu bez přívazku [s]					
	1650 1/m zz/S	1800 1/m zz/S	1950 1/m zz/S	2100 1/m zz/S	2250 1/m zz/S
1.	3,49	3,20	2,90	2,72	2,66
2.	3,32	3,28	2,85	2,64	2,67
3.	3,44	3,10	2,80	2,72	2,37
4.	3,47	3,14	2,67	2,77	2,38
5.	3,40	3,12	2,67	2,71	2,59
6.	3,44	3,14	2,68	2,67	2,55
7.	3,32	3,17	2,71	2,70	2,49
8.	3,52	3,08	2,75	2,67	2,46
9.	3,36	3,07	2,82	2,61	2,42
10.	3,33	3,06	2,90	2,58	2,50
11.	3,44	3,24	2,80	2,64	2,48
12.	3,31	3,09	2,77	2,63	2,50
13.	3,29	3,01	2,81	2,57	2,38
14.	3,25	3,33	2,67	2,48	2,34
15.	3,30	3,13	2,75	2,51	2,39
16.	3,36	3,06	2,82	2,44	2,38
17.	3,31	3,05	2,82	2,61	2,36
18.	3,45	3,04	2,96	2,65	2,40
19.	3,51	3,04	2,78	2,52	2,40
20.	3,41	3,04	2,90	2,46	2,45

Doba pro vykonání 1 kyvu s přívazkem [s]					
	1650 1/m zz/S	1800 1/m zz/S	1950 1/m zz/S	2100 1/m zz/S	2250 1/m zz/S
1.	4,80	4,40	4,10	3,62	3,38
2.	4,74	4,23	3,95	3,64	3,33
3.	4,70	4,46	3,99	3,72	3,20
4.	4,60	4,43	4,00	3,79	3,35
5.	4,83	4,35	4,10	3,85	3,34
6.	4,71	4,34	3,99	3,60	3,25
7.	4,75	4,33	3,84	3,81	3,29
8.	4,61	4,43	3,76	3,68	3,38
9.	4,73	4,24	3,97	3,47	3,20
10.	4,56	4,30	4,07	3,44	3,16
11.	4,61	4,24	3,91	3,68	3,12
12.	4,62	4,26	4,08	3,52	3,11
13.	4,65	4,45	3,94	3,66	3,15
14.	4,74	4,29	4,06	3,42	3,34
15.	4,58	4,21	3,88	3,77	3,27
16.	4,78	4,32	4,10	3,47	3,24
17.	4,64	4,38	3,85	3,81	3,13
18.	4,75	4,35	3,97	3,63	3,10
19.	4,84	4,20	4,01	3,49	3,11
20.	4,67	4,23	4,05	3,53	3,10

Doba pro vykonání 1 kyvu bez přívazku [s]					
	1650 1/m ss/Z	1800 1/m ss/Z	1950 1/m ss/Z	2100 1/m ss/Z	2250 1/m ss/Z
1.	3,14	3,28	2,74	2,67	2,58
2.	3,46	3,18	2,82	2,67	2,43
3.	3,33	3,03	2,62	2,65	2,25
4.	3,26	3,25	2,65	2,64	2,23
5.	3,44	2,71	2,68	2,58	2,50
6.	3,27	2,92	2,79	2,36	2,44
7.	3,79	3,19	2,90	2,64	2,30
8.	3,89	2,77	2,56	2,49	2,20
9.	4,00	2,91	2,64	2,67	2,44
10.	3,75	3,42	2,77	2,55	2,30
11.	3,80	3,33	2,71	2,47	2,33
12.	3,68	3,41	2,67	2,55	2,15
13.	3,80	2,82	2,59	2,67	2,14
14.	3,32	3,20	2,50	2,67	2,20
15.	3,17	3,39	2,64	2,66	2,34
16.	3,55	3,51	2,79	2,63	2,33
17.	3,48	3,12	2,86	2,38	2,34
18.	3,66	3,22	2,67	2,36	2,20
19.	3,56	3,35	2,66	2,61	2,33
20.	3,77	3,07	2,61	2,50	2,34